Ivan Klobučarić

Izrada vojne topografske karte 1: 50 000 u MTM 50 standardu

Diplomski rad

Zagreb
2018.

Ivan Klobučarić

Izrada vojne topografske karte 1: 50 000 u MTM 50 standardu

Diplomski rad
predan na ocjenu Geografskom odsjeku
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
radi stjecanja akademskog zvanja
magistra geografije

Zagreb
2018.

Ovaj je diplomski rad izrađen u sklopu *diplomskog sveučilišnog studija Geografija; smjer: istraživački (smjer: Geografski informacijski sustavi)* na Geografskom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Aleksandra Toskića

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

Diplomski rad

Izrada vojne topografske karte 1:50 000 u MTM 50 standardu

Ivan Klobučarić

Izvadak: Ovaj diplomski rad temelji se na izradi digitalne geoprostorne baze podataka u programu *ArcMap*, a koja je osnova za izradu vojne topografske karte. Proces izrade karte se sastoji od dva dijela. Prvi dio se odnosi na izradu geoprostorne baze podataka kroz proces digitalizacije prirodne i društvene osnove (entiteta) prostora na temelju satelitskih snimaka. Drugi dio definira metodu izrade karte iz prethodno kreirane geoprostorne baze podataka. Osobita je pozornost usmjerena na pravila vizualizacije signatura u MTM standardu za mjerilo 1: 50 000. U završnom dijelu rada opisan je proces izrade karte iz tehničkog (programskog) pogleda te je provedena usporedba i kraća analiza kartografike dosadašnjih vojnih karata i karata prema MTM standardu.

65 stranica, 39 grafičkih priloga, 3 tablica, 20 bibliografskih referenci; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: baza podataka, karta, MGCP, MTM, topografija

Voditelj: izv. prof. dr. sc. Aleksandar Toskić

Povjerenstvo: izv. prof. dr. sc. Aleksandar Toskić
doc. dr. sc. Dubravka Spevec
dr. sc. Luka Valožić, poslijedoktorand

Tema prihvaćena: 8. 2. 2018.

Rad prihvaćen: 13. 9. 2018.

Rad je pohranjen u Središnjoj geografskoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19, Zagreb, Hrvatska.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geography

Master Thesis

Production of military topographic map 1: 50 000 in MTM 50 standard

Ivan Klobučarić

Abstract: This master thesis is based on the production of a digital geospatial database that is the basis for the creation of a military topographic map. The mapping process consists of two parts. The first part refers to the creation of a geospatial database through the process of digitizing the natural and social basis (entity) of environment based on satellite images. The second part defines the method of making a map from a previously created geospatial database. Particular attention is focused on the rules of entity visualization in MTM standard for scale 1: 50 000. Process of mapping from technical (software) aspect of view is described in the final part of this Master thesis. Final part also includes comparison and short analysis of mapping of military topographic maps currently in use and those according to MTM standard.

65 pages, 39 figures, 3 tables, 20 references; original in Croatian

Keywords: database, map, MGCP, MTM, topography

Supervisor: Aleksandar Toskić, PhD, Full Professor

Reviewers: Aleksandar Toskić, PhD, Full Professor
Dubravka Spevec, PhD, Associate Professor
Luka Valožić, PhD, Postdoctoral Researcher

Thesis title accepted: 08/02/2018

Thesis accepted: 13/09/2018

Thesis deposited in Central Geographic Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Marulićev trg 19, Zagreb, Croatia

SADRŽAJ

1. Uvod

Topografski zemljovid ili topografska karta je opći zemljovid na kojemu su prikazani prirodni i izgrađeni objekti (reljef zemljišta, vode, naselja, prometnice, tlo i raslinje, granice, gospodarski i drugi objekti i odgovarajući nazivi) u količini koja ovisi o mjerilu zemljovida. S obzirom na mjerilo, topografski zemljovidi se dijele na topometrijske (1:10 000), topografske detaljne (1:10 000 – 1:100 000), topografske pregledne (1:100 000 – 1:500 000) i na geografske pregledne (1:500 000 i sitnije). Topografski zemljovidi su sredstvo komunikacije između korisnika i prostora kojeg sačinjava prirodna i društvena osnova. Kako bi transfer informacija sadržanih na topografskom zemljovidu bio od koristi korisniku, važno se pridržavati načela aktualnosti podataka.

Povedena ovim načelom, Američka geoprostorna obavještajna agencija[1] (NGA) pokrenula je u travnju 2003.god *„Međunarodni program uzajamne geoprostorne suradnje“*[2] (MGCP). MGCP je pokrenut kao vojni program, međutim zbog obujma posla i značajnih zahtjeva za ljudskim resursima, većina oružanih snaga država članica je dio programa povjerila civilnim strukturama. Temeljna ideja MGCP-a je proizvodnja vektorskih podataka visoke rezolucije[3] (HRVD) sadržanih u geoprostornoj bazi podataka te spremanje iste u zajedničko *„Međunarodno geoprostorno spremište“*[4] (IGW). Na taj se način stvara geoprostorna obavještajna baza podataka cijelog Svijeta. Iz ove baze su izuzeti geoprostorni podaci za područja država članica NATO-a. Podaci iz baze su dostupni svim državama članicama te su prikupljeni za mjerilo 1: 50 000 ili 1: 100 000. Prednost zajedničke geoprostorne baze leži u činjenici što ona omogućuje brzo pretraživanje, jednostavno definiranje područja interesa te izradu topografske ili tematske karte u svrhu brzog odgovora na prirodnu katastrofu, vojne, gospodarske ili humanitarne krize. Sve se topografske karte izrađuju sukladno definiranim pravilima u posebnom „*MTM*“ standardu[5].

Republika Hrvatska je pristupila MGCP-u 14. lipnja 2013. nakon što je Ministarstvo obrane Republike Hrvatske potpisalo „*Memorandum o razumijevanju*[6]“ (Železnjak, 2014). Hrvatsko uključenje u MGCP je rezultat dugoročnog plana proširenja MGCP projekta pri čemu je Republici Hrvatskoj u travnju 2011.god ponuđena mogućnost sudjelovanja. Osim Republici Hrvatskoj, pozivnice su upućene Ministarstvima obrane Japana, Južne Koreje i

[1] NGA – National Geospatial Intelligence Agency
[2] MGCP – Mutinational Geospatial Cooproduction Program
[3] HRVD – High Resolution Vector Data
[4] IGW – International Geospatial Warehouse
[5] MTM – MGCP Topographic Map
[6] MOI – Memorandum Of Understanding

Južnoafričke Republike. MGCP broji trideset država članica, to su redom: Australija, Belgija, Češka, Danska, Grčka, Estonija, Finska, Francuska, Kanada, Mađarska, Njemačka, Italija, Japan, Južna Koreja, Latvija, Litva, Moldavija, Nizozemska, Novi Zeland, Norveška, Poljska, Portugal, Rumunjska, Slovačka, Španjolska, Švedska, Turska, Velika Britanija, SAD i Hrvatska (Železnjak, 2014).

Kako bi se mogao definirati metodološki okvir MGCP-a potrebno je objasniti njegov ustroj i strukturu. MGCP sačinjava Glavna skupština[7], Upravno vijeće[8] i Tehnička grupa[9]. Glavnu skupštinu čine predstavnici onih država članica koje izravno sudjeluju u razvoju Programa. Neke od mjerodavnosti Glavne skupštine su razmatranje proširenja članstva, definiranje područja za prikupljanje podataka, definiranje prioriteta za prikupljanje, usvajanje eventualnih promjena u metodologiji prikupljanja. Upravno vijeće sačinjavaju države članice koje su prikupile geoprostorne podatke za više od dvjesto prostornih ćelija dimenzija 1° x 1° geografske širine i dužine. Takve države se nazivaju *„Vodećim članicama[10]“*. Mjerodavnosti su im odobravanje članstva u Upravno vijeće, mentorstvo novim državama članicama, provjera kvalitete prikupljenih podataka itd. Tehnička grupa se prvenstveno bavi tehničkim pitanjima u vezi digitalizacije entiteta (ekstrakcije vektorskih podataka). U Tehničkoj grupi svoje predstavnike imaju sve države članice. Ona je zadužena za izradu i ažuriranje tehničkog priručnika „*TRD*[11]“ u kojem su definirani kriteriji ekstrakcije za mjerila 1: 50 000 i 1: 100 000. Zaključci sastanaka država članica Tehničke grupe prije usvajanja i stupanja na snagu se upućuju Glavnoj skupštini na razmatranje. Republika Hrvatska aktivno sudjeluje na konferencijama Tehničke grupe i Upravnog vijeća.

Iz navedenog je vidljivo da je MGCP živo tkivo u kojem sve države članice na svojim razinama sudjeluju ravnopravno. Pravila ekstrakcije vektorskih podataka se konstantno ažuriraju, razmatraju se prijedlozi pojedinih država članica s ciljem unaprjeđenja Programa, razmjenjuju se iskustva.

Ovaj je rad strukturiran u šest poglavlja u cilju prikaza procesa izrade vojne topografske karte u MTM standardu za mjerilo 1: 50 000 koji započinje sirovim satelitskim snimkama, a završava gotovom vojnom topografskom kartom sa svim propisanim elementima sadržaja. Izrađena karta će se moći usporediti s postojećom vojnom topografskom kartom proizvedenom od strane Vojnogeografskog instituta iz Beograda jer će obuhvaćati identični

[7] Glavna skupština – Planary Group
[8] Upravno vijeće – Steering Group
[9] Tehnička grupa – Technical Group
[10] Vodeće članice – Lead Participant
[11] TRD – Technical Reference Data

geografski prostor. Značajna sastavnica su postavljene hipoteze čija je svrha usmjeravanje istraživanja s obzirom na definirani predmet istraživanja.

1.1. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja ovog rada je MTM standard za izradu vojne topografske karte. U ovom slučaju isti se proučava za mjerilo 1: 50 000. Osobita će pozornost biti usmjerena na korištenje alata „*Rapid Graphic*“ koji dolazi u sklopu ekstenzije „*Defense Mapping Solution*“ za program *ArcGis* proizvođača tvrtke „*ESRI*“[12]. *ArcGis* je jedan od najzastupljenijih programa za manipulaciju geoprostornim podacima. S obzirom na složenost cijelog procesa, dio istraživanja se posvećuje provjeri kvalitete podataka kako popunjene geoprostorne baze tako i završnog proizvoda, vojne topografske karte. Provjera kvalitete se u užem smislu odnosi na zadovoljavanje strogo propisanih tehničkih pravila digitalizacije entiteta. Prilikom izrade karte ona se odnosi na propisane norme u vezi topografskog znakovlja što podrazumijeva izgled, boju, veličinu i oblik istih.

1.2. Dosadašnja istraživanja

U izradi ovog rada pretežno je korištena literatura koja je objavljena nakon Hrvatskog pristupanja MGCP-u, ali korišteni su i raniji relevantni radovi.

Temelje hrvatske vojne topografije su postavili Đugum i Medved skriptom s naslovom *Vojna topografija* (1995). Ovom skriptom su definirane vrste zemljovida, vrste i načini orijentacije, mjerenja i određivanja lokacija uz pomoć kompasa. Ova skripta je predstavljala važan dio u izboru literature za sve kasnije radove u hrvatskoj vojnoj topografiji. Značajan dio literature korištene za potrebe ovog rada se odnosi na djela *Vojna topografija I* te *Vojna topografija II* (Pahernik, 2012). Navedeni naslovi su rezultat sveobuhvatnog istraživačkog pristupa te obuhvaćaju detaljan opis topografskih objekata i zemljišta kako i orijentaciju te topografske karte. Navedeni su naslovi bitni za vojnu topografiju iz razloga što predstavljaju trend i smjer razvoja iste u RH. Vidljiv je očiti pomak od standarda u izradi karata i dimenzija samog lista topografske karte koji je bio važeći 1995.godine te onoga koji je važeći 2012.godine. Najznačajnija promjena u tome razdoblju se odnosi na 11. kolovoza 2004. godine kada je Vlada Republike Hrvatske donijela odluku o utvrđivanju službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija (NN, 110/04 i 117/04) pri čemu se za vojne potrebe u RH usvojio sustav univerzalne poprečne Mercatorove projekcije – UTM.

[12] ESRI – Environmental Systems Research Institute

Ovom promjenom površina samog lista vojne topografske karte za mjerilo 1: 50 000 čija je geografska dimenzija bila 15'(E) x 15'(N) se promijenila u 20'(E) X 12'(N).

Važan izvor literature također je *Topografski ključ* (1962) izdan od strane tadašnjeg Državnog sekretarijata za poslove narodne odbrane i *Topografsko znakovlje* (1993) izdano od strane Ministarstva obrane Republike Hrvatske. U navedenima su sadržani opisi i grafički prikazi svih korištenih topografskih znakova. Kako će biti vidljivo kasnije, sličan priručnik, kartografski ključ[13] se koristi također u MTM standardu.

Literatura vezana uz MTM standard je dostupna isključivo državama članicama MGCP-a pri čemu je dio literature klasificiran. Literaturu predstavlja skup međunarodnih propisanih normi sadržanih u *ISO 19117, ISO 19131, STANAG*[14] *2211* te sva tehnička dokumentacija koja je na raspolaganju državama članicama MGCP-a. Relevantnu tehničku dokumentaciju korištenu u ovom radu predstavljaju *TRD4 V4.4 2016-12-09* u kojem su opisani svi postupci i pravila za digitalizaciju entiteta te *MTM DPS V1.1 2017-04-14* koji sadrži pravila vezana uz kartografiku.

1.3. Metodološke napomene

Svaka geoprostorna analiza koja se provodi u programskim paketima specijaliziranim za obradu geoprostornih podataka se uvijek sastoji od ulaznih podataka, digitalne geoprostorne baze podataka i izlaznih podataka – proizvoda (sl.1). Spona između ulaznih podataka i baze podataka je proces modeliranja podataka. Temeljna funkcija modeliranja je apstrakcija prostorne stvarnosti kroz procese generalizacije, specijalizacije, klasifikacije i instantacije (Blaschke i Lang, 2007). Na jedan od ova četiri načina moguće je izdvojiti samo one podatke koji su relevantni s obzirom na cilj istraživanja. Spona između baze podataka i izlaznog proizvoda je sadržana u procesu vizualizacije. Proces vizualizacije provodi operater odnosno geoprostorni analitičar kvalificiran za rad s geografskim informacijskim sustavima, a definiran je potrebama krajnjeg korisnika. Drugim riječima, izlazni proizvod je točno onakav kakvim krajnji korisnik želi da on bude.

[13] Kartografski ključ - zbirka neophodnih objašnjenja značenja topografskih znakova

[14] STANAG – Standardization Agreement (Standardiziran dokument koji definira određena pravila i postupke, relevantan je za sve države članice NATO saveza)

Sl.1. Shematski prikaz GIS strukture

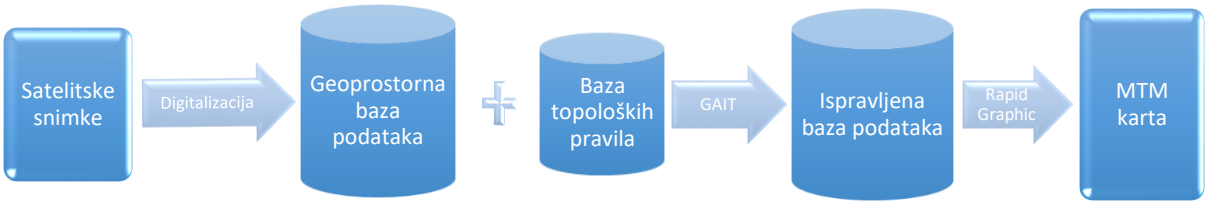
Izvor: Uvod u geografsko informacijske sustave., Zagreb, 2006.

Ulazni podaci mogu biti prostorno ili objektno orijentirani (Blaschke i Lang, 2007). Prostorno orijentirani podaci podupiru rasterski format što znači da su procesi, pojave i odnosi u prostoru prikazani u slikovnom zapisu. Najmanji i nedjeljivi dio svakog rasterskog zapisa predstavlja jedna njegova ćelija. Svaka ćelija određena je svojom geografskom lokacijom te je opisana prostorno relevantnim atributima. Ćelija predstavlja osnovni element za provedbu geoprostornih analiza kroz lokalne funkcije, funkcije susjedstva, zonalne te globalne funkcije.

Ulazni rasterski format podataka za izradu vojne topografske karte je satelitska snimka visoke rezolucije. Za potrebe ovog rada korištene su satelitske snimke satelita IKONOS prostorne razlučivosti 1m za pankormatske i 4m za multispektralne snimke. Satelitske snimke su u funkcije podloge na kojoj se digitaliziraju entiteti. Objektno orijentirani ulazni podaci podupiru vektorski format što znači da su procesi u prostoru prikazani geometrijski u obliku točke, linije i poligona. Za potrebe ovog rada koristi se unaprijed pripremljena digitalna geoprostorna baza podataka koja sadrži predloške za vektorske zapise. O satelitskim snimkama i geoprostornoj bazi podataka kao ulaznim parametrima biti će riječi u drugom poglavlju.

S obzirom na opis i strukturu geoprostornih analiza, proces izrade vojne topografske karte metodološki je moguće podijeliti u dva dijela (sl.2). Prvi dio se odnosi na kreiranje projekta u *ArcGisu* te učitavanje svih relevantnih geoprostornih podataka koji podupiru proces digitalizacije entiteta. U razdoblju izrade, najnovija dostupna verzija *ArcGisa* je *10*.6, ali s obzirom na određena tehnička ograničenja i nedostupnost funkcionalnosti potrebnih za provedbu, koristiti će se starija verzija *10.4.1*. Digitalizacijom entiteta popunjava se MGCP baza podataka koja će se u drugom koraku koristiti kao temelj za izradu topografske karte. To se odnosi na učitavanje satelitskih snimaka, geoprostorne baze podataka i baze s definiranim topološkim pravilima. Osim učitavanja navedenih podataka potrebno je ručno podesiti meta podatke i definirati prostorni obuhvat koji ujedno predstavlja područje interesa. Područje interesa obuhvaća istočni dio Republike Hrvatske, preciznije obuhvaća

identično područje koje je sadržano topografskom kartom mjerila 1: 50 000 : *„Slavonski Brod 2 (375 – 2)“* tiskanoj 1983. god. u Vojnogeografskom institutu u Beogradu sa prikazom stanja iz 1981.god. Razlog odabira upravo ovog područja proizlazi iz činjenice da se ono nalazi u cijelosti unutar granica Republike Hrvatske te iz razloga što sadrži raznolikost prirodne i društvene osnove.



Sl.2. Shematski prikaz procesa izrade topografskog zemljovida u MTM standardu

Izvor: TRD, 2016

Drugi dio predstavlja proces postavljanja propisanih parametara uz pomoć alata „*Rapid Graphic*“ u svrhu izrade digitalne karte te ispis iste na odgovarajućem formatu papira. Kako bi se uopće moglo pristupiti drugom koraku potrebno je provjeriti pridržavanje topoloških, geometrijskih i logičkih pravila definiranih tehničkim priručnikom (TRD). Proces provjere podrazumijeva korištenje specijaliziranog programa *GAIT*[15] unutar kojeg se ručno i djelomično automatski postavljaju parametri za popunjenu digitalnu geoprostornu bazu podataka. Drugom se koraku pristupa tek nakon što su sve eventualne greške ispravljene.
Završni proizvod ovog rada je popunjena digitalna geoprostorna baza podataka i fizička vojna topografska karta MTM 50 proizašla iz predmetne baze.

1.4. Osnovne hipoteze

Cilj istraživanja ovog rada je definiranje neophodnih postupaka za izradu vojne topografske karte u mjerilu 1: 50 000 u MTM standardu. Polazna crta za izradu istraživačkog rada je postavljanje hipoteza koje će se u skladu s metodološkim načelima istraživanja potvrditi ili negirati.

S obzirom na definirani cilj istraživanja, empirijskim načelima i promišljanjem postavljaju se sljedeće hipoteze:

[15] GAIT – Geospatial Analysis Integrity Tool

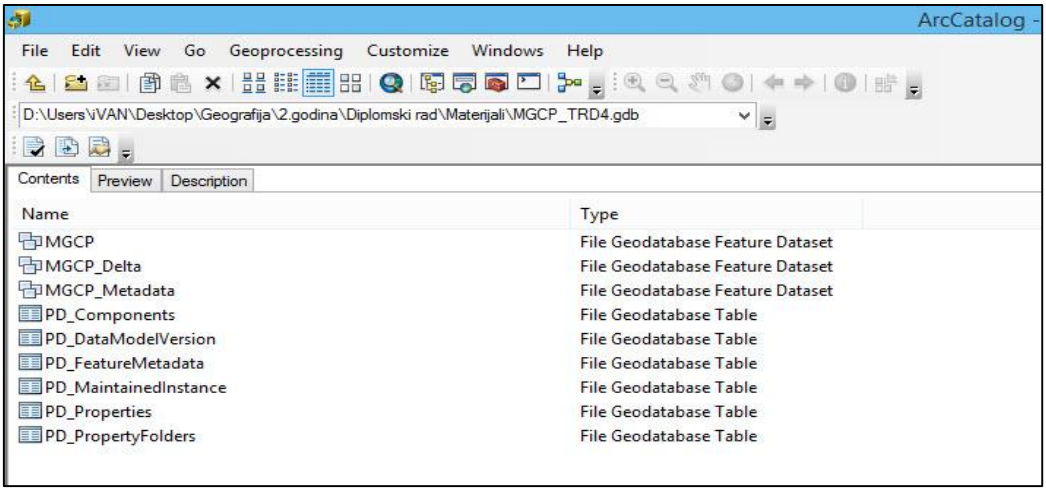
1) Postojeće vojne topografske karte zbog zastarjelog prikaza sadržaja prostora nisu pouzdane za uporabu.
2) Standardizacija u prikazu sadržaja vojnih topografskih karata cijelog Svijeta pridonosi interoperabilnosti vojnih postrojbi različitih država.
3) Upotrebom snimaka visoke prostorne rezolucije koje su rezultat daljinskih istraživanja, terenski rad za izradu topografske karte više nije potreban.
4) U procesu izrade vojne topografske karte u MTM standardu značajnu ulogu predstavlja znanje i stručna kompetentnost geografa zbog razumijevanja prostornih odnosa i procesa.
5) Kartografika vojnih topografskih karata Vojnogeografskog instituta iz Beograda korisniku pruža detaljnije informacije o prostoru od kartografike MTM standarda.
6) MTM standard predstavlja jedinstvenu metodu izrade vojne topografske karte koja omogućava značajnu uštedu ljudskih, vremenskih i materijalnih resursa.

2. Digitalna geoprostorna baza podataka

ArcGis karakterizira mogućnost rada s podacima spremljenim u tri vrste prostornih baza, „*Personal Geodatabase*“, „*File Geodatabase*“ te *„Enterprise Geodatabase“*. Osnovna razlika između ove tri vrste geoprostornih baza je u količini podataka koji se mogu pohraniti. „*Personal Geodatabase*“ baza je tako ograničena na 2048 MB prostora za pohranu dok *„File Geodatabase“* raspolaže s 1 TB prostora. MGCP baza pripada skupini „*File Geodatabase*“. Potrebno je istaknuti kako postoji samo jedan predložak baze podataka koja je unificirana za sve države članice. Bazu podataka nije potrebno uređivati u smislu da joj se dodaju ili izdvajaju određene objektne klase, već se ona koristi u svojem izvornom obliku. Baza podataka se nalazi u instalacijskoj datoteci na putanji gdje je instaliran *ArcGis*, a tamo se nalazi pod uvjetom da je na računalo instalirana ekstenzija „*Defense Mapping Solution*“. Izvorni naziv baze podataka za MGCP je : „*MGCP_TRD4.gdb*“

2.1. Struktura baze

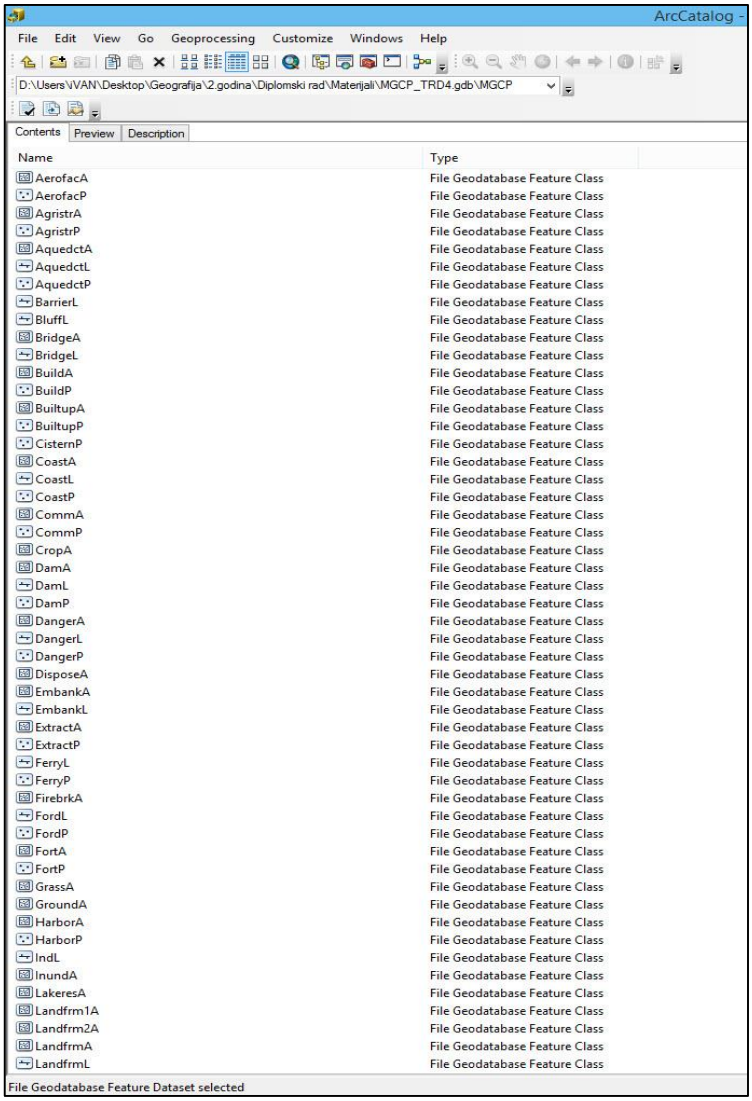
Geoprostorne baze podataka unutar svih aplikacija tvrtke „*ESRI*“ se po potrebi mogu sastojati od skupova objektnih klasa[16] koje sadrže određene objektne klase. Bazama još mogu biti pridodani različiti tablični zapisi. Objektne klase su podijeljene u tri kategorije geometrijskih zapisa. Njihov se geometrijski oblik očituje kroz točke, linije i poligone. Izvorna MGCP baza se sastoji od tri skupa objektnih klasa i šest tabličnih zapisa (sl.3).



Sl.3. Skupovi objektnih klasa MGCP baze podataka
Izvor: MGCP_TRD4.gdb, 2016

[16] Skup objektnih klasa – Feature Dataset

Prvi skup objektnih klasa je „*MGCP*“ i unutar sebe sadrži 131 objektnu klasu. Objektne su klase poredane abecednim redom i strukturirane na način da je iz samog naziva klase vidljivo o kojem se geometrijskom obliku radi (sl.4).



Sl.4. Objektne klase unutar skupa objektnih klasa „*MGCP*“

Izvor: MGCP_TRD4.gdb, 2016

Primjer objektne klase je građevina čiji zapis može biti : „*BuildA*“ ili „*BuildP*“, primjer zapisa je također „*TunnelA*“ ili „*TunnelL*“. Iz navedenog je očito kako je nomenklatura baze na engleskom jeziku te da sam naziv opisuje pojavu koju prikazuje. Primjer „*BuildA*“ se odnosi na *Building Area*, dok se „*BuildP*“ odnosi na *Building Point* jer se sukladno pravilima ekstrakcije građevine mogu prikazati kao poligonski i kao točkasti objekti. U slučaju tunela vidljivo je da se oni mogu prikazati kao poligonski i kao linijski objekti. Osim logičnog nazivlja gdje naziv objektne klase govori o njezinoj vrsti i geometriji, postoji i

specifičan standardiziran alfanumerički sustav kodnog nazivlja[17] (*DIGEST*). Ovaj standard koristi poseban rječnik za definiranje geografskih entiteta *„DFDD[18]“*. O DIGEST-u odlučuje *„DGIWG[19]“*, međunarodna organizacija za obrambenu geoprostornu standardizaciju. DIGEST je u potpunosti kompatibilan s ISO TC/211 standardom. Sukladno navedenom primjeru, alfanumerički kod za građevinu u *DFDD* rječniku je *AL015*, dok je za tunel *AQ130*.

Drugi skup objektnih klasa je *MGCP_Delta* koja sadrži šest objektnih klasa. Objektne klase se odnose na definiranje političkih ili administrativnih granica na području ekstrakcije podataka. Uz pomoć objektne klase *„ContourL“* definiran je predložak (*eng. template*) za upotrebu izohipsi iz digitalnog modela reljefa.

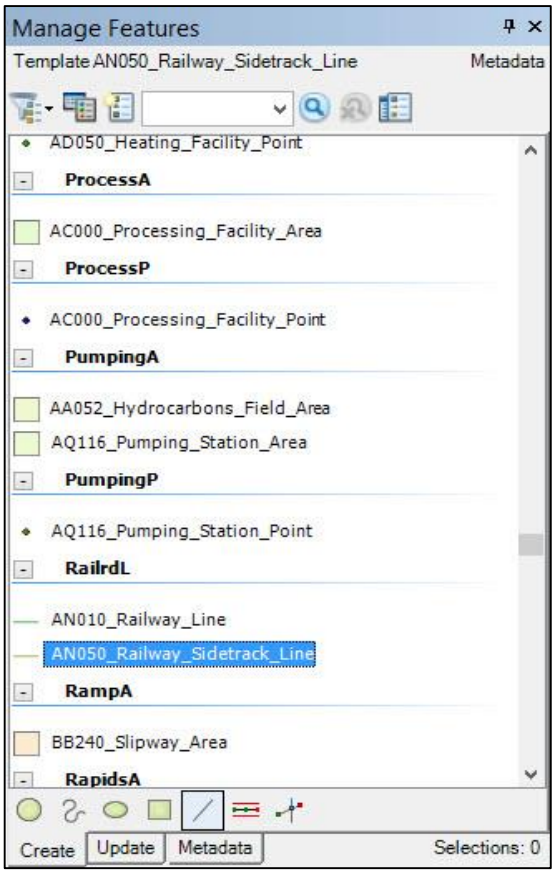
Treći skup objektnih klasa je *„MGCP_Metadata“* koji sadrži tri objektne klase : *„Cell“*, *„Source“* i *„Subregion“*. Funkcija ovog skupa objektnih klasa je isključivo određivanje područja interesa ekstrakcije, određivanje manjih površina za ekstrakciju zbog eventualne podjele posla između više operatera. Funkcija objektne klase *„Source“* je definiranje identiteta države članice koja se bavi prikupljanjem vektorskih podataka, definiranje datuma prikupljanja te navođenja izvora satelitske snimke.

Preostalih šest tabličnih zapisa *(eng. File Geodatabase Table)* sadrži zapise o vremenu kreiranja i ažuriranja svih objektnih klasa iz baze podataka. Također sadrži zapise o ekstenziji kojom je editiranje izvršeno kako i zapise o operativnom sustavu i verziji *ArcGis-a*.

2.2. Digitalizacija entiteta

Digitalizacija entiteta je pojam koji se odnosi na ekstrakciju vektorskih podataka visoke rezolucije. Kako je već ranije spomenuto, digitalizacija se provodi u *ArcMap-u* u zadanoj MGCP bazi. U tehničkom i provedbenom pogledu, ekstrakcija podrazumijeva pokretanje alata za editiranje te odabir željene objektne klase (sl.5). To je najdugotrajniji postupak u cijelom projektu iz razloga što se prilikom digitalizacije entiteta pozornost mora usmjeriti na važeća pravila definirana tehničkim priručnikom (TRD) koja ujedno predstavljaju provedbu procesa generalizacije sadržaja prostora.

[17] Sustav kodnog nazivlja – DIGEST (Digital Geographic Information Exchange Standard)
[18] DFDD - DGIWG Feature Data Dictionary
[19] DGIWG - Defence Geospatial Information Working Group



Sl.5. Odabir predloška za editiranje

Izvor: MGCP_TRD4.gdb, 2016

Odabir metode i razine generalizacije sadržaja topografskog zemljovida se provodi prema unaprijed utvrđenim pravilima (Đugum i Medved, 1995). Sve su objektne klase organizirane na način da sadrže već unaprijed pripremljene predloške. Za određenu objektnu klasu može izvorno biti kreirano više predložaka. Predloške operater može po volji mijenjati, dodavati nove i brisati postojeće. Ono što operater ne smije je dodavati svoje objektne klase koje nisu dio MGCP baze, drugim riječima, operater ne smije dodavati objektne klase s kojima nisu upoznate sve države članice Programa. Ako operater prosudi da za njegovo područje interesa u kojem provodi digitalizaciju određene objektne klase nisu potrebne, može ih obrisati iz baze. Tako se primjerice iz baze za područje interesa koje je definirano za ovaj rad može obrisati objektna klasa „*pješčane dine*“ (*eng. Sand Dunes, DB170*) ili klasa *„vulkan“ (eng. Volcano DB180)* jer takvi entiteti ne postoje u tom području. Digitalizacija se provodi na rasterskoj podlozi koju primarno predstavljaju pankromatske satelitske snimke. Sukladno važećim pravilima definiranim u tehničkom priručniku, operater nakon prepoznavanja određene objektne klase na satelitskoj snimci mora odlučiti kojom će vrstom geometrije digitalizirati predmetni entitet. Postupak se ponavlja dok se cijelo područje interesa ne

digitalizira. Iz navedenoga proizlazi da cijelo definirano područje interesa mora biti u potpunosti digitalizirano vektorskim zapisima, odnosno ispunjeno nekom od ponuđenih objektnih klasa iz zadane MGCP baze jer u stvarnom prostoru ne postoje praznine.

Prilikom digitalizacije osobitu pozornost potrebno je usmjeriti na topološka pravila. Topološka pravila su sadržana u bazi podataka koja se nalazi u instalacijskoj datoteci ekstenzije *„Defense Mapping Solution“* te ju je kao takvu potrebnu učitati u projekt. Topološkim pravilima definirani su odnosi između objekata u topološkom prostoru što znači da postoje pravila preklapanja određenih objektnih klasa. S obzirom na topološka pravila, sve se objektne klase poligonske geometrije dijele u dvije kategorije:

- Objektne klase kopnenog pokrova (LAF)[20]
- Ostale objektne klase (OAF)[21]

„LAF“ objektnoj klasi pripadaju svi oni entiteti koji mogu predstavljati zasebnu podlogu i ne ovise o drugim entitetima. *„OAF“* objektnoj klasi pripadaju svi entiteti koji ne mogu biti samostalni u prostoru već se nužno moraju digitalizirati na nekom entitetu iz skupine *„LAF“*. Neki od primjera *„LAF“* objektne klase su: rijeke (*BH140*), šume (*EC030*), obradive poljoprivredne površine (*EA010*), livade (*EB010*), voćnjaci (*EA040*), jezera (*BH080*), urbana područja (*AL020*) itd. Neki od primjera *„OAF“* objektne klase su : mostovi (*AQ040*), tuneli (*AQ130*), tvornice (*AL010*), parkovi (*AK120*), građevina (*AL015*) itd. Postoje definirana pravila preklapanja sukladno tablici br.1.

[20] Objektna klasa kopnenog pokrova – LAF (Landcover Area Feature)
[21] Ostale objektne klase – OAF (Other Area Feature)

Tab.1. Topološka pravila objektnih klasa MGCP baze podataka

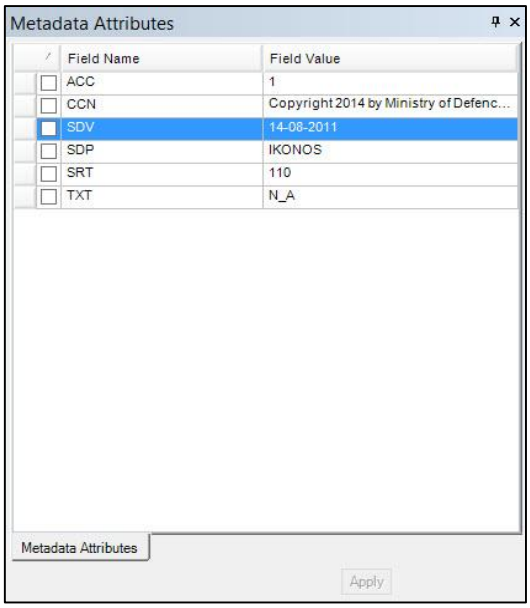
Objektna klasa 1	Objektna klasa 2	Preklapanje	Objektna klasa 2 kreira „rupu“ u objektnoj klasi 1	Objektna klasa 1 kreira „rupu“ u objektnoj klasi 2
LAF	LAF	NE	DA	DA
LAF	OAF	DA	NE	NE
LAF	OTOK	DA	NE	NE
OAF	OAF	DA	NE	NE
OAF	OTOK	DA	NE	NE
OTOK	OTOK	DA (otok u jezeru na otoku)	NE	NE

Izvor: TRD, 2016

Kao primjer može se upotrijebiti situacija iz stvarnog prostora gdje postoji preklapanje rijeke (*BH140*), mosta (*AQ040*) i ceste koja vodi preko mosta (*AP030*). U navedenom slučaju u geoprostornoj bazi podataka, sve tri objektne klase se nalaze u određenoj točki, čvoru[22] na istom mjestu. Topološka su pravila uređena na logičan način te prilikom digitalizacije navedeni primjer neće predstavljati problem. Međutim, ako se određeno područje digitalizira kao poligon u funkciji obradive površine (*EA010*) ono istovremeno ne može biti livada (*EB010*) koja je digitalizirana na identičnom području kao obradiva površina ili u bilo kojem segmentu područja koje pokriva obradiva površina. Osim ovakvih pravila, funkcija topologije kao grane suvremene matematike je zadržati topološke odnose nepromijenjenima u slučaju promjene projekcije. Projekt se provodi u *UTM* projekciji na *WGS84* elipsoidu. U slučaju da iz objektivnih razloga treba promijeniti projekciju u primjerice *HTRS 96*, topološki odnosi moraju ostati nepromijenjeni.

Osim topoloških pravila prilikom digitalizacije potrebno je izraditi predložak metapodataka. Predložak se jednom kreira i koristi se za sve objektne klase koje se digitaliziraju u kreiranom *ArcGis* projektu. U predlošku je potrebno definirati izvor podataka na osnovi kojeg se provodi digitalizacija, godinu nastanka predmetnog izvora, vrstu izvora te autora koji provodi proces digitalizacije objektnih klasa (sl.6). Pojam vrsta izvora se odnosi na primarne ili sekundarne izvore, pri čemu su primarni satelitske snimke, a sekundarni su svi ostali relevantni izvori.

[22] Čvor – eng. Vertex



Sl.6. Izbornik metapodataka

Izvor: MGCP_TRD4.gdb, 2016

Treća stavka na koju je nužno obratiti pozornost je baza geografskog nazivlja[23], baza toponima. Ona sadrži više od deset milijuna različitih toponima za područje cijelog Svijeta organiziranih u devet objektnih klasa. Objektne klase su:

- Administrativna područja
- Hidrografija
- Hipsografija
- Lokalitet ili područje
- Naseljeno mjesto
- Lokacija od posebnog značaja
- Prometna infrastruktura
- Podmorski objekti
- Vegetacija

Geometrijski oblik vizualizacije objektnih klasa je točka. Nju je uz pomoć alata unutar ekstenzije *„Defense Mapping“* potrebno povezati s objektnom klasom koja se digitalizira te se na taj način zapravo pridodaje geografski naziv entitetu. Obavezno je prilikom digitalizacije pridodati nazive naseljenim mjestima i hidrografskim objektima dok je ostalih šest objektnih klasa neobavezno. MGCP baza je strukturirana na način da svaka objektna klasa u tablici atributa ima predviđeno polje za naziv entiteta. Bazu geografskog nazivlja

[23] Baza geografskog nazivlja – eng. Geonames

ažurira prvenstveno NGA. Dostupna je za besplatno preuzimanje na brojnim internetskim servisima za svaku pojedinačnu državu. Kroz MGCP je državama članicama omogućeno putem prilagođenog obrasca predložiti izmjene ili dodati nova geografska imena u određenom području ako su operateri sigurni da je naziv u postojećoj bazi netočan, nepotpun ili ga uopće nema. Iz iskustva je potvrđeno kako su brojni nazivi krivo upisani zbog jezičnih razlika hrvatskog i engleskog jezika zbog prisutnosti dijakritičkih znakova kao što su *„č, ć, đ, dž“*. Također je primijećeno da su određeni endonimi promijenili naziv kroz vrijeme. Ove promjene su uočene korištenjem vojnih topografskih karata Vojnogeografskog instituta iz Beograda s prikazom stanja iz 1981. Iz toga razloga je uputno koristiti Registar geografskih imena kojeg održava Državna geodetska uprava (DGU) te je kao takav jedini službeni u uporabi u RH.

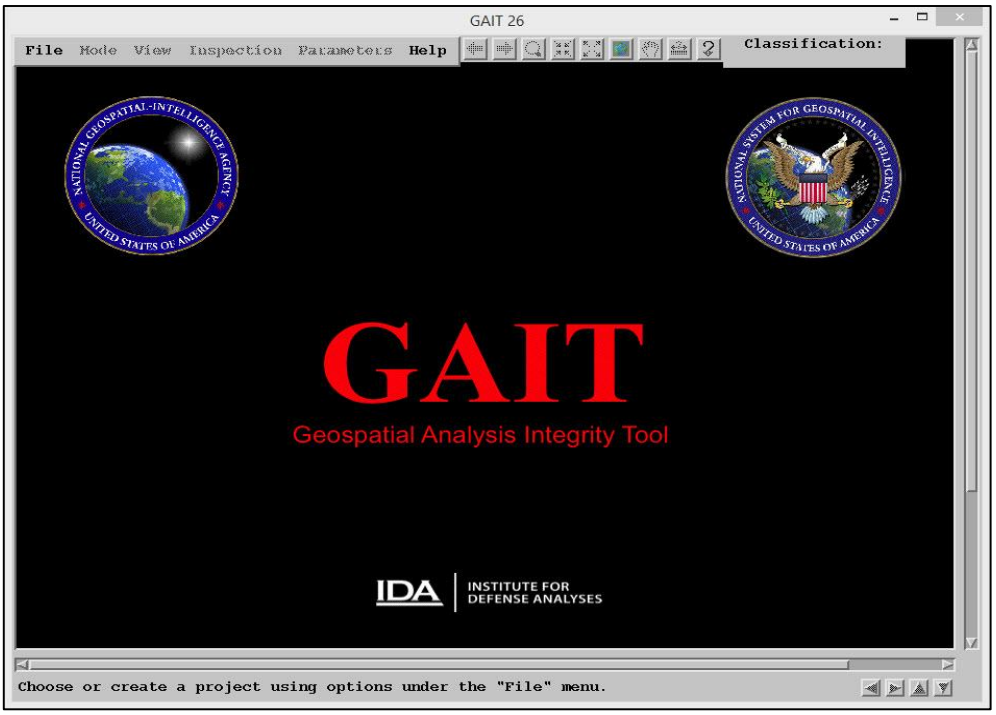
2.3. Satelitske snimke i sekundarni izvori

Ranije u tekstu je spomenuto kako se izvori na temelju kojih se provodi proces digitalizacije entiteta dijele na primarne i sekundarne. Primarnim se izvorom podrazumijeva isključivo satelitska snimka. Jedna od zadaća NGA je osigurati satelitske snimke za potrebe ekstrakcije vektorskih podataka visoke rezolucije svakoj državi članici sukladno dodijeljenom području interesa. Nije isključena mogućnost korištenja vlastitih nacionalnih satelitskih snimaka ako određena članica Programa raspolaže istima. Takve snimke trebaju biti iste ili bolje prostorne rezolucije od onih snimaka koje osigurava NGA. Za digitalizaciju entiteta u ovom radu korištene su snimke satelita IKONOS. Pankromatske snimke od 1m prostorne razlučivosti i multispektralne snimke od 4m prostorne razlučivosti. Snimke prikazuju stanje u prostoru iz kolovoza 2011.god. Potrebno je naglasiti kako su snimke osigurane od strane NGA neobrađene, tj. u izvornom obliku (*eng. Raw Imagery*) te se kao takve ne mogu odmah upotrijebiti za digitalizaciju. Prije procesa digitalizacije takve snimke je potrebno ortorektificirati. Proces ortorektifikacije se može provoditi u različitim specijaliziranim programima za obradu snimaka daljinskih istraživanja. Za potrebe ovog rada ortorektifikacija je provedena u programu *„Erdas Imagine 16“*. S obzirom da je ortorektifikacija kompleksan i specijaliziran proces prostorne prilagodbe satelitskih i drugih snimaka, a nije definiran kao predmet istraživanja ovog rada, neće se podrobnije analizirati. Sekundarni izvori u procesu digitalizacije su svi oni izvori različiti od službenih dodijeljenih satelitskih snimaka. Uz naziv sekundarni koristi se i izraz *„pomoćni izvori*“. Sekundarnim se izvorima smatraju multispektralne snimke *„Google Maps-a*“, *„Bing Maps-a“*, *Yandex-a* i sličnih servisa, ortofotosnimke, planovi gradova, postojeće topografske karte itd.

Sekundarni se izvori mogu koristiti u područjima gdje iz primarnog izvora nije moguće utvrditi o kojem se entitetu radi zbog distorzija ili prisutnosti naoblake. Pomoćni se izvori u svakom trenu mogu koristiti za potvrdu prisutnosti određenih entiteta primarnog izvora. Osobita je korist pomoćnih izvora vidljiva u pridodavanju geografskog nazivlja novokreiranim entitetima iz baze *„Geonames“*. Od značajne koristi za potrebe ovog rada je bio topografsko informacijski sustav Republike Hrvatske (CROTIS) kao sekundarni izvor podataka. Podaci iz baze (CROTIS 2.0, 2014) su korišteni u smislu potvrde prisutnosti određenih entiteta u prostoru. Uporabom baze utvrđeno je kako se kriteriji digitalizacije entiteta *„CROTIS-a“* bitno razlikuju od onih propisanih tehničkim priručnikom MTM standarda.

2.4. Provjera kvalitete digitaliziranih entiteta

U uvodnom je djelu spomenuto kako postoji potreba provjere i vrednovanja kvalitete digitaliziranih entiteta (*eng. QC – Quality Check, QA – Quality Assurance*) sukladno pravilima definiranim u tehničkom priručniku (TRD). Provjera ispravnosti digitaliziranih entiteta iz geoprostorne baze podataka provodi se programom GAIT (sl.7).



Sl.7. Grafičko korisničko sučelje programa *„GAIT“*

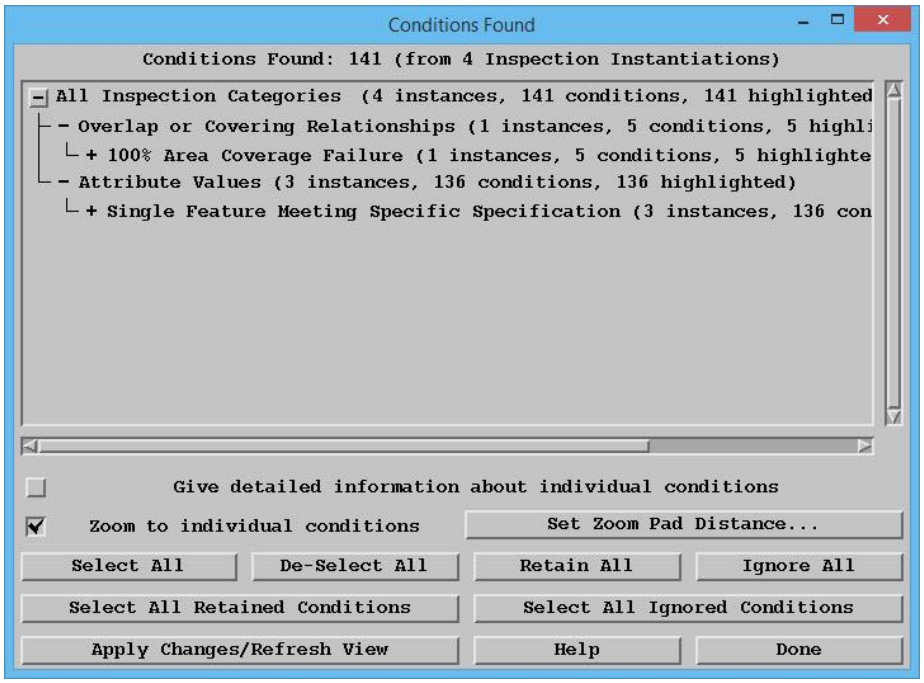
Izvor: Basics_GAIT26., Institute For Defense Analyses, Alexandria, 2017

GAIT je proizvod američkog Instituta za obrambene analize[24] koji usko surađuje s *NGA* (Nacionalna geoprostorna obavještajna agencija). Program je osmišljen i strukturiran na način da služi za provjeru kvalitete svih vrsta geoprostornih podataka koji se tiču obrambenih poslova. Kompatibilan je s najčešće korištenim rasterskim i vektorskim formatima zapisa kreiranim u različitim programskim paketima. Podržava formate : *„.DTED“*, *„GeoTiff“*, *„.NITF“*, *„.shp“*, *„Geomedia Access“* i *ESRI Geodatabase* (personal ili file). Instalacija programa je zasebna, preduvjet nije instalirani *ArcGis* ili bilo koji drugi program za obradu geoprostornih podataka.

GAIT funkcionira na način da se unutar njega kreira novi projekt, zatim se popunjena MGCP baza učita u isti. Program sadrži unaprijed definirane predloške za provjeru kvalitete određene vrste podataka pa tako postoji predložak *„MGCP Schema“* koji je posebno prilagođen za provjeru kvalitete podataka u MGCP bazi. Osim definiranih predložaka moguće je koristiti široki spektar naprednih opcija provjere kvalitete. Postoji mogućnost ručnog podešavanja provjere kvalitete za svaku objektnu klasu. Primjera radi, ručno se može postaviti uvjet da udaljenost između dva digitalizirana izgrađena objekta (*eng. General Building AL015*) ne smije biti veća od 30m. Na svim lokacijama područja interesa gdje je udaljenost veća, program generira novu objektnu klasu u obliku točke s preciznim opisom pogreške. GAIT je u mogućnosti provjeravati topološke i logične odnose , a specijaliziran je za provjeru geometrije digitaliziranih entiteta. Osnovna geometrijska razina provjere je čvor . Uobičajene greške koje se pojavljuju prilikom digitalizacije su praznine, *„rupe“* sitnih dimenzija između dva entiteta poligonske geometrije (*„100% Area Landcover Failure“*), premala udaljenost dva čvora koja je najčešće posljedica završetka digitalizacije objektne klase dvostrukim klikom miša (*„too short vertex distance“*), nepovezanost segmenata iste objektne klase koja nastaje uslijed promašenog klika mišem na entitet spoja, primjer takve greške je spajanje prometne mreže koja ne smije biti prekinuta („*Line Undershoot*“ ili „*Line Overshoot*“).

Rezultat GAIT analize (sl.8) su dva zasebna vektorska zapisa u obliku *shapefile-a* (.shp) pri čemu je jedan linijske, a drugi točkaste geometrije. Oni u tablici atributa sadrže redni broj greške, detaljan opis vrste greške, njezinu lokaciju, objektne klase koje su involvirane u grešku. Većinu grešaka je potrebno ručno ispraviti jednu po jednu, određene greške koje se ne odnose na geometriju, moguće je ispraviti u tablici atributa i primijeniti za sve objektne klase gdje se pojavljuje.

[24] IDA – Institut for Defense Analyses



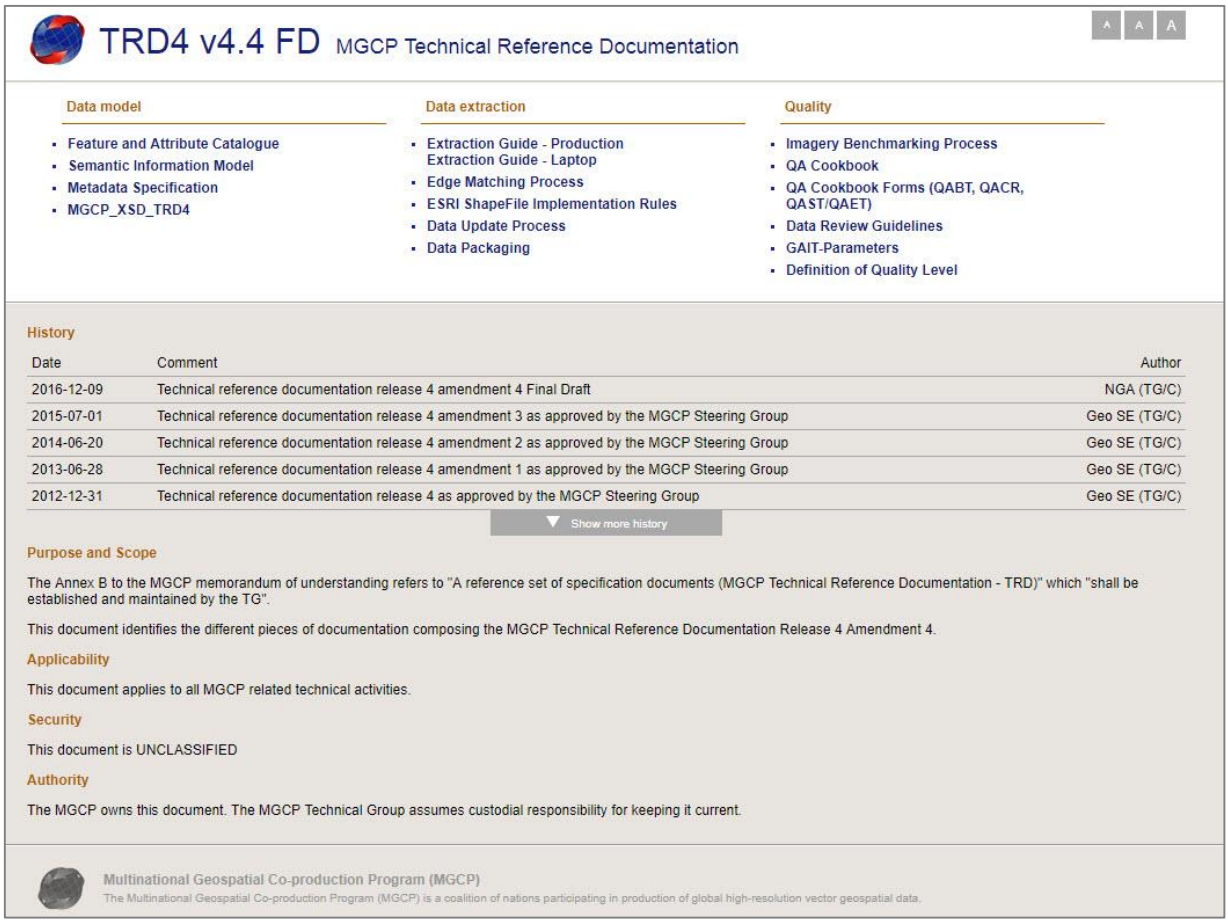
Sl.8. Rezultat „*GAIT*“ analize

Izvor: Basics_GAIT26., Institute For Defense Analyses, Alexandria, Virginia, 2017

Program GAIT se neprestano razvija te se njegove funkcionalnosti i mogućnosti proširuju prijedlozima za unaprjeđenje u kojima mogu sudjelovati sve države članice. Prijedlozi se uvijek iznose na tehničkim konferencijama, a iste uvažava Upravno vijeće. Trenutno je aktualna verzija 26, ista je korištena za potrebe ovog rada.

3. Tehnički priručnik (TRD) i generalizacija

Više puta spomenuti *TRD* je tehnički priručnik koji sadrži pravila vezana uz digitalizaciju entiteta (sl.9).



Sl.9. Sučelje TRD-a

Izvor: TRD, 2016

U vlasništvu je MGCP zajednice država članica, informacije sadržane u njemu su neklasificirane. *TRD* je podložan ažuriranju postojećih pravila digitalizacije entiteta ako se ukaže potreba za istim u cilju unaprjeđenja, olakšanja ili ubrzanja procesa digitalizacije. O eventualnim promjenama pravila se raspravlja na sastancima Tehničke grupe gdje sve države članice mogu prezentirati svoje viđenje i prijedloge. Takvi zahtjevi se dostavljaju u obliku zapisnika Upravnom vijeću na razmatranje i donošenje odluke o daljnjem postupku.

3.1. Struktura tehničkog priručnika

TRD je strukturiran u obliku *„HTML“* datoteke koja se pokreće u Internet pregledniku, sastoji se od tri djela. To su :

- Model podataka (*eng. Data Model*)
- Ekstrakcija podataka (*eng. Data Extraction*)
- Kvaliteta (*eng. Quality*)

Svaki od dijelova sadrži podatke o specifičnom području pravila. Model podataka se fokusira na pregled svi entiteta i njihove kodove. Kvaliteta se odnosi na različite obrasce koji se ispunjavaju prilikom provjere, parametre GAIT-a o kojima je već bilo riječi, sadrži također vodič[25] u kojem je opisano kako se provodi provjera kvalitete. Digitalizacija entiteta i unos vrijednosti u tablicu atributa je najopsežniji dio cijelog dokumenta u kojem su sadržana opća i posebna pravila digitalizacije te posebno područje specifičnih slučajeva u kojima su moguće iznimke. S obzirom da je ovo područje najkompleksnije, posvetiti će mu se dodatna pažnja.

Tehnički je priručnik osmišljen na način da sadrži detaljan opis svake pojedinačne objektne klase zastupljene u geoprostornoj bazi podataka. Uz tekstualni opis i priložene kodove iz *DFDD* rječnika, također sadrži i fotografije iz prostora, stvarne primjere, koji služe za lakše definiranje entiteta koji se planira digitalizirati na satelitskoj snimci u slučaju dileme. Također, za svaku objektnu klasu su precizno objašnjene sve stavke iz tablice atributa.

Kakao bi cijeli proces bio razumljiviji, u daljnjem tekstu će se koristiti primjer urbanog područja (*eng. Built-Up Area AL020*) kako bi se pobliže objasnila pravila koja specificira *TRD* (sl.10). Potrebno je napomenuti kako za svaku objektnu klasu postoje jedinstvena pravila.

3.2. Urbano područje (AL020 Built-Up Area)

Sukladno definiciji iz TRD-a, urbano područje je prostor koji sadrži koncentraciju zgrada i/ili drugih struktura, uključuje gradove, sela, komunalne farme i sva druga mjesta gdje kao zajednica živi više od jedne obitelji. U odnosu na funkcionalnu upotrebu i gustoću, urbano područje se dijeli na :

- Industrijsko
- Komercijalno
- Stambeno
- Urbanizirano višenamjensko

[25] Vodič – Quality Assurence Coockbook

AL020 Area Feature Extraction Guidance			LAF
Extraction Criteria	Area >= 15,625 sq m. or Landmark.		
Delineate	Delineate the perimeter of the visible extent of the Built-Up Area at ground level. The delineation should represent a cluster of structures of specific density. Delineate all contiguous but separate Built-Up Areas, groupings of buildings, all with the same function (commerce, residence, religious activity, etc) that meet collection size criteria. Include any associated structures within the perimeter that do not qualify for separate extraction (for example, houses and their gardens, property fences, sheds, offices, playgrounds, and pedestrian walkways).		
Attributes	BAC, FUC, FUN, NAM, NFI, NFN, ORD		
AL020 Point Feature Extraction Guidance			
Extraction Criteria	1. Area < 15,625 sq m. 2. Do not capture a Point Built Up Area (AL020) where the NAM is 'Unknown' or 'Not Applicable'. 3. Do not capture a Point BUA inside an Area BUA.		
Delineate	1. Capture a point at the centre of the visible extent of the Built-Up Area, at ground level. 2. If the area is too small to show as an Area Built Up Area (AL020), capture a representative pattern of buildings and; if the Built Up Area has a name, capture a Point (AL020).		
Attributes	BAC, FUC, FUN, NAM, NFI, NFN, ORD		
AL020 General Extraction Guidance			
1. If the spacing between two Built-Up Areas is >=25 m. /50 m., capture as two Built-Up Areas, otherwise capture as a single Built-Up Area. 2. If a Built-Up Area is bounded by a Road (AP030), a Railway (AN010), a River (BH140) or similar linear feature, the boundary of the BUA shall be extended in such a manner as to connect to the linear feature's centre line. 3. Built-Up Areas are normally served by a transportation route or connection, these may include but are not exclusive to: Road (AP030), Cart Track (AP010) Trail (AP050), Railway (AN010), River (BH140), Tidal Water (BA040), Ferry Crossing (AQ070), Land Aerodrome (GB005), Heliport (GB035).			
AL020 Additional Information			MGCP FC
Attribution Guidance 1. The values of the Built-Up Area Density Category BAC can divide the Built-Up Area into smaller areas. a. BAC=1 (Sparse): Where the spacing between Buildings is <25m in one direction and >=25m in the other. *[DFDD: Sparse - The concentration of Buildings is such that space remains for the construction of more Buildings. A significant/large amount of open land remains.]* b. BAC=2 (Dense): Where there is a dense road network and the spacing between Buildings is <25m in both directions. *[DFDD: Dense - The concentration of Buildings is such that few places remain to construct more Buildings. Very little open land is available.]* 2. The values of the Functional Use Category FUC can divide the Built-Up Area into smaller areas. a. Where there is an identifiable or marked difference in the FUC divide the BUA into smaller areas. b. Do not capture a Point BUA inside an Area BUA if the different Functional Use Category FUC does not meet the >=15,625sq.m requirement. Follow Link: Small FUC Changes in BUA. 3. If there is any confusion between Settlement (AL105) and BUA (AL020) also consider the differing attributes available for each. A Settlement does not have a BAC attribute for density; it does not have FUC categories of Industrial, Commercial, Institutional, Correctional, Medical or Educational because it is only Residential; nor does it have an ORD attribute. Therefore, if any of these attributes can be clearly identified as present it is likely to be a BUA. 4. BUA and Settlements are portrayed to convey the nature of the area from the viewpoint of cultural development, applying to developed areas where more than one family or family group lives as a community and does not apply to individual farms, homesteads or dwellings.			

Sl.10. Primjer TRD pravila za ekstrakciju objektne klase *„AL020“*

Izvor: TRD, 2016

Objektne klase koje se uvijek promatraju u zavisnosti s klasom *„urbano područje“* su: parkiralište (*AQ140*), građevina (*AL015*), cesta (*AP030*), pruga (*AN010*), zid (*AL260*) Kriterij digitalizacije je definiran kroz površinu koja treba biti veća od 15 625 m^2 osim ako je riječ o objektu od iznimnog značaja (eng. Landmark).

3.2.1 Atributi

Objektna klasa *„urbano područje“* definirana je atributima: „*BAC*“, „*FUC*“, „*FUN*“, „*NAM*“, „*NFI*“, „*NFN*“, „*ORD*“

1. „*BAC*“ (*eng. Built-Up Area Density Category*) može podijeliti urbano područje u manja područja pri čemu :
   - **a.** BAC=1 (*eng. Sparse – rijetko*) razmak između zgrada je manji od 25 m u jednom smjeru i veći od 25 m u drugome. (Sukladno *DFDD* priručniku: *rijetko* – koncentracija zgrada je takva da postoji prostor za izgradnju novih zgrada. Postoji značajna količina neiskorištenog građevinskog zemljišta)
   - **b.** BAC=2 (*eng. Dense – gusto*) postoji gusta prometna mreža i razmak između zgrada je manji od 25m u oba smjera (sl.11). (Sukladno *DFDD* priručniku:

gusto – koncentracija zgrada je takva da je preostalo nekoliko mjesta gdje bi se moglo izgraditi novih zgrada. Postoji jako malo neiskorištenog zemljišta)

Sl.11. Primjer izgradnje urbanog područja

Izvor: TRD, 2016

2. „*FUC*“ (*eng. Functional Use Category*) se odnosi na vrijednost kategorije funkcionalne upotrebe, može podijeliti urbano područje u manja područja:
   - **a.** FUC=1 Industrijsko područje
   - **b.** FUC=2 Komercijalno područje
   - **c.** FUC=3 Stambeno područje
   - **d.** FUC=4 Višenamjensko područje
3. „*FUN*“ (*eng. Condition of Facility*) se odnosi na materijalno stanje urbanog područja
   - **a.** FUN=0 Nepoznato
   - **b.** FUN=1 U izgradnji
   - **c.** FUN=2 Napušteno
   - **d.** FUN=3 Uništeno
   - **e.** FUN=4 Rastavljeno na segmente

   f. FUN=6 Funkcionalno u potpunosti
   g. FUN=13 Oštećeno

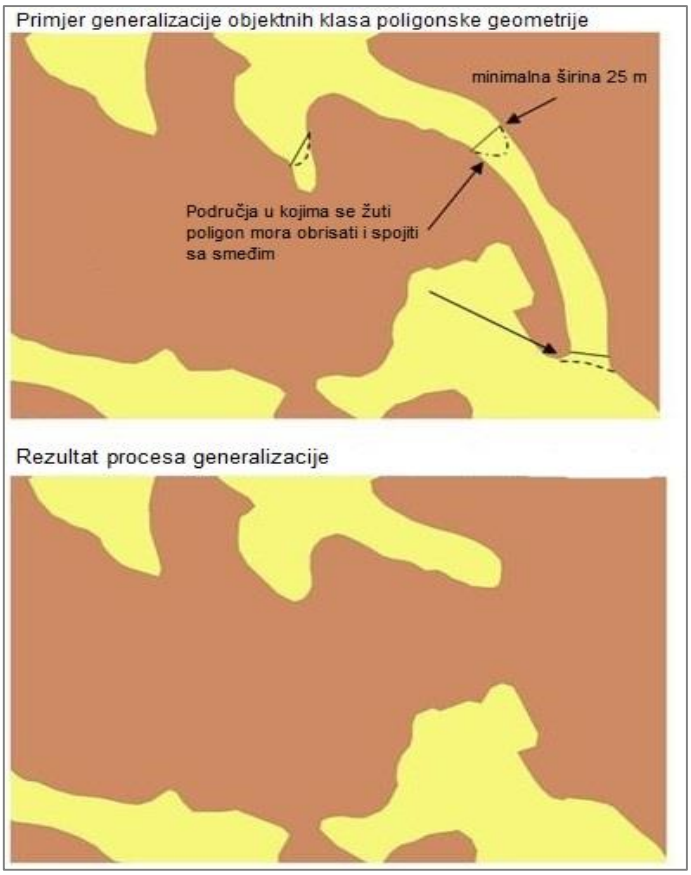
4. „*NAM*“, „*NFI*“, „*NFN*“ su atributi koji se unutar tablice popunjavaju automatski povezivanjem s bazom geografskog nazivlja. Atribut “*NAM*” se odnosi na puni naziv toponima dok se “*NFI*” i “*NFN*” odnose na kodove koji se generiraju povezivanjem objektne klase s bazom geografskog nazivlja.
5. „*ORD*“ (*eng. Relative Importance*) je atribut koji se odnosi na nacionalnu važnost određenog urbanog područja. Važnost pojedinog urbanog područja svaka država definira na svojoj nacionalnoj razini. Urbano područje četvrtog reda u jednoj državi s obzirom na površinu i broj stanovnika može odgovarati sekundarnom području neke druge države.
   a. ORD=0 Nepoznato
   b. ORD=1 Primarno područje
   c. ORD=2 Sekundarno područje
   d. ORD=3 Područje trećeg reda
   e. ORD=4 Područje četvrtog reda
   f. ORD=5 Područje petog reda
   g. ORD=999 Ostalo

3.3. Generalizacija

U sklopu procesa digitalizacije entiteta sukladno definiranim pravilima tehničkog priručnika provodi se proces generalizacije. U daljnjem tekstu su navedena neka od općih propisanih pravila vezanih za MGCP.

U slučaju digitalizacije određene objektne klase u poligonskom tipu geometrije, njezina širina mora biti minimalno 25m dok površina iste ne smije biti manja od 15 625m^2.

Određena objektna klasa može biti sadržana unutar druge objektne klase jedino ako je ono veće područje cijelim svojim dijelom, ≥25m (sl.12).



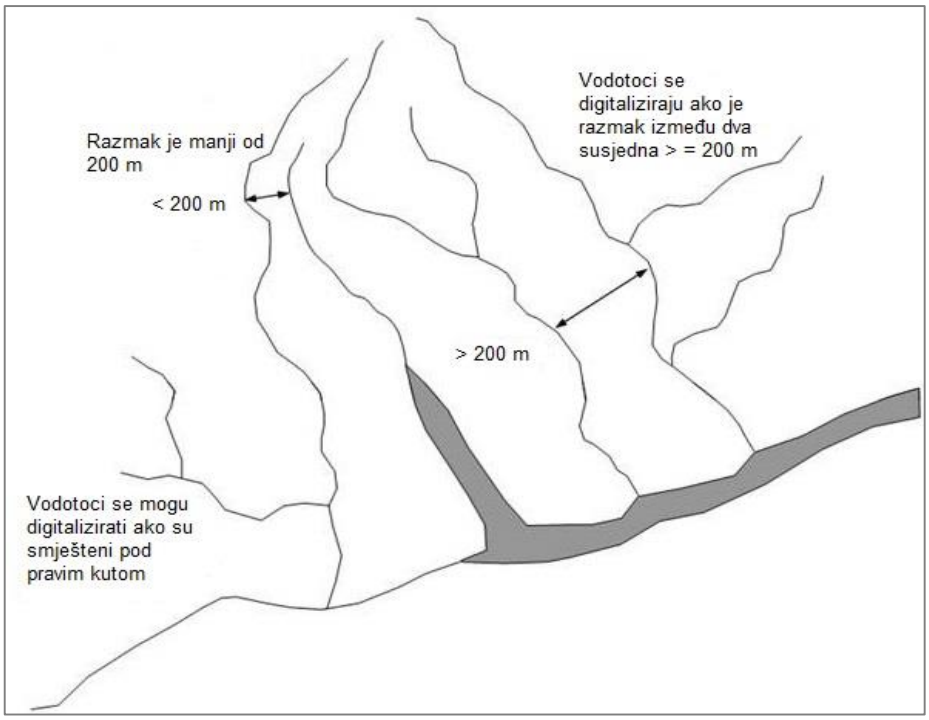
Sl.12 Primjer generalizacije poligonskih objektnih klasa

Izvor: TRD, 2016

U slučaju digitalizacije hidrografskih objekata prvo treba digitalizirati glavni tok, a nakon toga, sukladno pravilima generalizacije za mjerilo 1:50 000 i ostale pritoke.

Vodeni tokovi koji su kraći od 300m se ne digitaliziraju, pritoke koje su na udaljenosti manjoj od 200m od glavnog toka ili druge pritoke se također ne digitaliziraju (sl.13). Ovo se pravilo može ignorirati u slučaju da postoji veliki značaj određenog pritoka (orijentir).

Glavni se tok rijeke ne smije prekinuti na spoju sa pritocima.



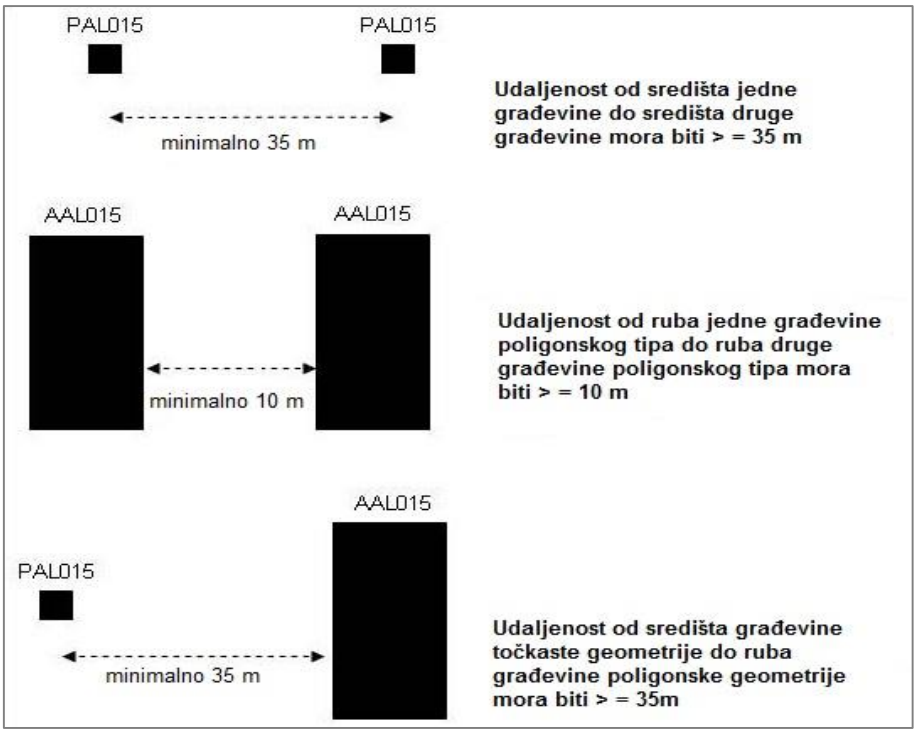
Sl.13. Primjer generalizacije vodotoka

Izvor: TRD, 2016

Vodotoci se mogu digitalizirati u dvije vrste geometrije, kao poligoni i kao linije. Da bi određeni vodotok bio poligonske geometrije mora biti širi od 25m, u protivnom se digitalizira u linijskom tipu geometrije.

Vodeni tokovi čija širina varira između <25m i ≥25m se mogu digitalizirati kombinacijom linijske i poligonske geometrije, ali dužina svakog segmenta različite geometrije mora biti veća od 300m.

Pojedinačne građevine koje se digitaliziraju u obliku točke moraju biti razmaknute više od 35m dok za građevine digitalizirane u obliku poligona površina ne smije biti manja od 625m^2 (sl.14).



Sl.14. Pravilo generalizacije za objektnu klasu *„AL015“*

Izvor: TRD, 2016

Šumska prostranstva koja se digitaliziraju u poligonskom geometrijskom tipu ne smiju biti uža od 65m niti u jednom dijelu površine.

Prometnice koje se digitaliziraju ne smiju biti kraće od 300m, također, bočni razmak do susjedne prometnice treba biti veći od 300m. Iznimke su moguće u urbanom području gdje je važnije digitalizirati prometnice te na taj način kreirati prometnu mrežu.

Uz navedena pravila postoje i brojna druga koja definiraju međusobne odnose različitih objektnih klasa.

4. MGCP topografski standard

Topografska karta definirana je, između ostaloga, i kao znakovni model zemljišta, odnosno umanjeni prikaz topografskih objekata zemljišta na ravnoj plohi uz pomoć posebnog sustava znakova (Pahernik, 2012, 90). Ovakva kartografska metoda prikaza prostornih objekata naziva se kartografika. S obzirom da je riječ o kompleksnom znakovnom sustavu potrebno ga je raščlaniti u tri kategorije (Frangeš, Paj i Tonšetić, 2002):

- kartografski znakovi i međusobni odnosi znakova (sintaktička dimenzija)
- odnosi znakova prema prikazanim objektima (semantička dimenzija)
- odnos korisnika prema znakovima (pragmatička dimenzija)

Sve tri dimenzije znakovnog sustava zastupljene su u MTM (*eng. MGCP Topographic Map*) standardu. MTM je međunarodno usvojeni standard između država članica MGCP-a za izradu vojnih topografskih karata u mjerilu 1:50 000 i 1: 100 000. Cilj ovog standarda je unificirati izradu MTM karata cijelog svijeta. MTM vojna topografska karta je karta visokih planimetrijskih detalja i kvantitativnog prikaza reljefa uz pomoć izohipsi. (MTM DPS v 1.1, 2017). Svi se entiteti prikazuju standardiziranim topografskim znakovima čije je značenje objašnjeno u van okvirnom sadržaju. MTM je u potpunosti usklađen s kartografskim standardima *ISO 19117* i *ISO 19131* Međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO). Serija standarda *ISO 19100* definira pravila i norme vezane za prikupljanje, obradu i raspodjelu geografskih informacija. *ISO 19117* (*eng. Geographic Information – Portrayal*) se odnosi na norme vezane uz kartografski prikaz entiteta te je kao takav bitan za ovo istraživanje. Standard *ISO 19131* (*eng. Geographic Information – Data Product Specificication*) se odnosi na opće kriterije koji nužno moraju biti zadovoljeni prilikom izrade karte. To podrazumijeva standardizaciju mjerila, referentnog elipsoida, projekciju te niz normi vezanih uz van okvirni sadržaj. Autor MTM standarda je Nacionalna geoprostorna obavještajna agencija (*NGA*) o kojoj je bilo riječi u prijašnjim poglavljima. Zadaća NGA u pogledu ovog standarda je održavanje i aktualizacija standarda, njegovo neprestano verificiranje kompatibilnosti sa standardima iz serije *ISO 19100*. Bilo koja od članica MGCP-a može prema NGA-u uputiti zahtjev za eventualnim promjenama u standardu.

MTM je strukturiran u tri djela (MTM DPS v 1.1, 2017) :

1. MTM DPS (*eng. Data Product Specification*)
2. MTM DPS PC (*eng. Data Product Specification Portrayal Catalog*)
3. MTM DPS AC (*eng. Data Product Specification Annotation Catalog*)

S ciljem proizvodnje precizne i normativno ispravne vojne topografske karte, sve tri komponente MTM standarda moraju biti zadovoljene.

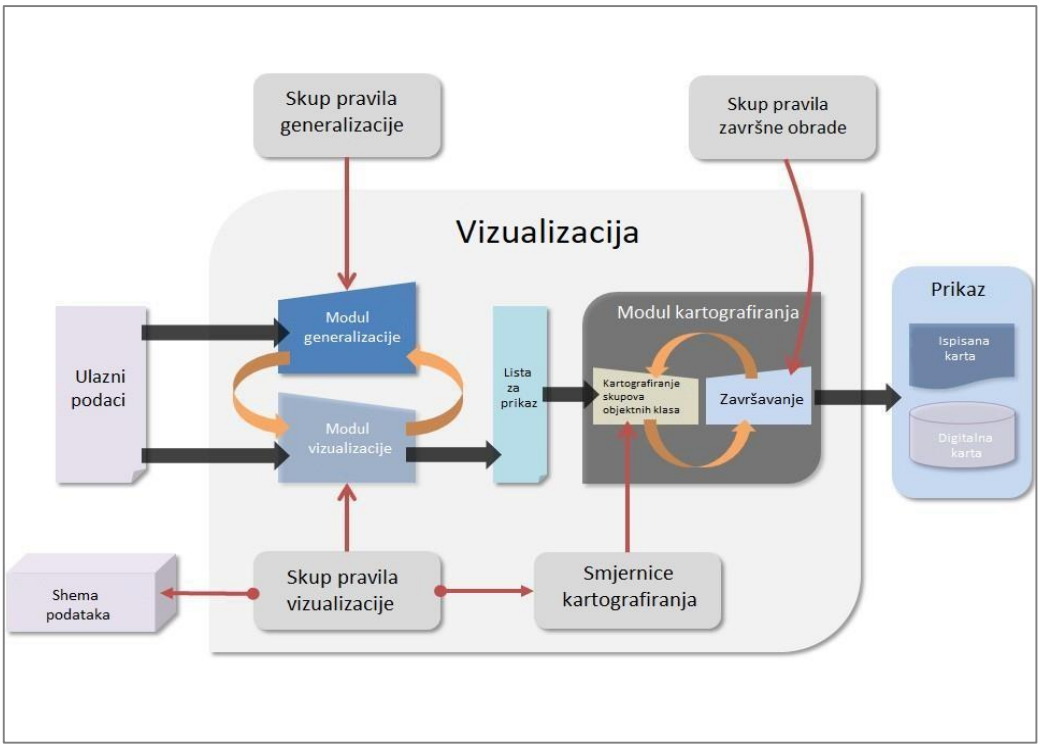
4.1. Opća pravila MTM standarda

Opća pravila vezana za izradu vojne topografske karte sadržana su u *MTM DPS* dijelu standarda. Podjednako se odnose na norme vezane uz prikaz entiteta određenog prostora (okvirni sadržaj) kao i na van okvirni sadržaj. Izuzetna je važnost postojanja kartografskog standarda zbog širokog spektra vojnih operacija u kriznim područjima širom svijeta, a posebice zbog formiranja vojnih saveza sastavljenih od multinacionalnih borbenih i potpornih elemenata. Standardizirane MTM karte omogućuju kvalitetnu obavještajnu raščlambu zemljišta, kohezivno djelovanje kopnenih, pomorskih i zračnih snaga, planiranje i provedbu taktičkih operacija, upravljanje sustavom vatre, navigaciju te precizno određivanje lokacije do razine jednog metra.

4.1.1 Proces izrade MTM topografske karte

Proces izrade MTM topografske karte je sadržan u tri koraka. S obzirom da je riječ o geografskom informacijskom sustavu, prvi i zadnji korak su ulazni odnosno izlazni podaci. Međukorak se odnosi na proces obrade ulaznih podataka. Sukladno navedenome, prvi korak, odnosno ulazni podatak je popunjena MGCP geoprostorna baza podataka koja sadrži sve relevantne zapise o entitetima. Drugi korak predstavlja proces vizualizacije gdje je potrebno naglasiti da entiteti iz vektorskog zapisa dobivaju novu dimenziju te postaju signature[26]. Signature mogu biti točkaste, linijske i površinske (Pahernik, 2012). Zadnji korak je izlazni proizvod koji se kao i u bilo kojem drugom informatičkom sustavu može ispisati ili digitalno pohraniti na računalo u jednom od spomenutih formata zapisa. Kako bi proces bio razumljiv dana je sljedeća shema (sl.15):

[26] Signatura – složeni kartografski znak koji se primjenjuje za prikaz položaja i kvalitete objekta



Sl.15. Shematski prikaz proizvodnje lista MTM topografske karte

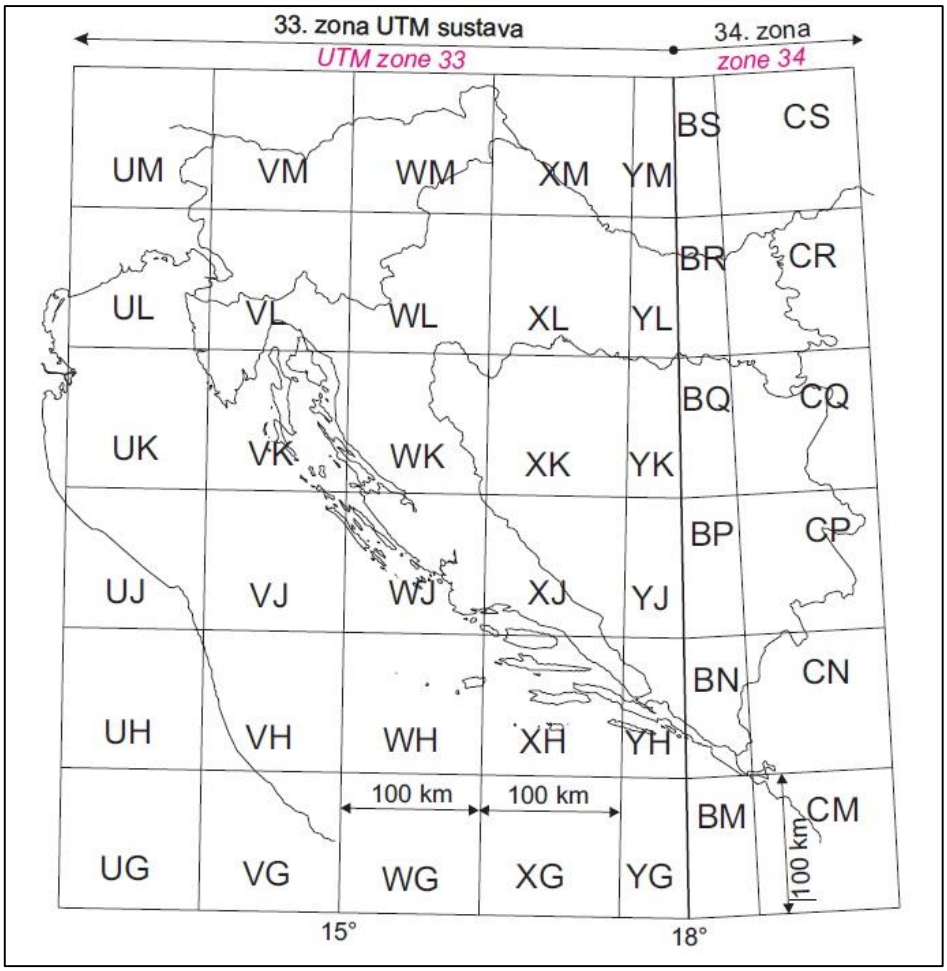
Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

Iz sheme procesa vidljivo je kako ulazni podaci služe kao temelj za proces vizualizacije (*eng. Portrayal*). Proces vizualizacije je definiran nizom pravila. Prvo pravilo koje se primjenjuje na ulazne podatke je pravilo generalizacije kojim se definiraju sve objektne klase koje predstavljaju „višak“ informacija. Normalna je pojava da se u ovome dijelu procesa dijelovi određenih objektnih klasa brišu ili se spajaju s drugim dijelovima. Proces provedbe generalizacije je u neprekidnoj zavisnosti s provedbom vizualizacije. Njihovim zajedničkim djelovanjem se kreira topografski znak za određenu objektnu klasu koja se privremeno sprema na listu za prikaz. Osim topografskih znakova na listu se također spremaju upute za pridodavanje toponima. U procesu vizualizacije se učitavaju sve objektne klase s pridodanim topografskim znakovljem te se izračunava geometrija (dimenzije) potrebna za prikaz na karti. Do ove su se faze sve objektne klase obrađivale pojedinačno. U procesu završne obrade definirana je skupina pravila koja obuhvaća sve objektne klase te ih tretira kao cjelinu koja će biti prikazana na listu topografske karte. U ovom djelu procesa propisana su pravila za precizno pozicioniranje topografskog znakovlja. Zbog velikog broja topografskih znakova i ograničenog prostora za vizualizaciju na listu topografske karte, utvrđeno je da nije moguće izbjeći preklapanje topografskih znakova u određenim područjima. U situaciji preklapanja dolaze do izražaja ljudski resursi, iskazuje se potreba za stručnim znanjem iz područja

kartografije i geografije gdje je nužno prosuditi koji topografski znak je relevantniji za vizualizaciju.

4.1.2 Projekcija i pravokutna mreža

MTM karte su izrađene u UTM projekciji i u polarnoj stereografskoj projekciji na referentnom elipsoidu WGS84 (*eng. World Geodetic System 1984*). UTM projekcija primjenjuje se u području između 84° N i 80° S. Sjevernije odnosno južnije od definiranog područja koristi se polarna stereografska projekcija s ishodištem u sjevernom/južnom polu. Osnovna ideja UTM projekcije je podjela svijeta u prethodno definiranom području na 60 meridijanskih zona od šest stupnjeva. Numeriranje započinje u lokaciji 180. meridijana u smjeru istoka od 0 do 60. Zone (stupci) su „ispresijecane“ retcima kojih ukupno ima 19 i čija je širina osam stupnjeva. Posljednji dvadeseti redak je širine 12°. Oni se označavaju velikim štampanim slovima od slova „*C*“ do slova „*X*“, bez slova „*O*“ i slova „*I*“. Označavanje započinje u lokaciji 80° S te se nastavlja do 84° N. Metodom stupaca i redaka formirane su UTM zone. Područje RH se nalazi u 33T i 34T zoni (sl.16). Međutim, kako bi se precizno mogla definirati lokacija određenog objekta oformljena je mreža četverokuta dimenzija 100km x 100km koja svoje ishodište ima u ekvatoru odnosno u središnjem meridijanu iz kojeg se širi prema sjeveru i jugu odnosno istoku i zapadu (Horvat, Lapine, Železnjak, 2003). Mreža se označava velikim štampanim slovima pri čemu prvo slovo upućuje na stupac a drugo na redak.



Sl.16. Mreža četverokuta UTM projekcije na području RH

Izvor: Vojni topografsko-kartografski sustav Republike Hrvatske, Zagreb, 2003.

U svrhu jasnog i unificiranog određivanja i nanošenja pravokutnih koordinata za vojne potrebe koristi se sustav notacije MGRS[27] (Pahernik, 2012). Lokacije objekata na karti MTM standarda također su zapisane u vojnom zapisu MGRS. Drugim riječima, pravokutna mreža koja se nalazi na topografskoj karti iscrtana je na način da čini kvadratna polja čije su dimenzije stranica 2 cm x 2 cm (4 cm^2). Ova vrijednost u prostoru odgovara površini 1000 m x 1000 m (1km^2), u slučaju karte mjerila 1: 50 000. Područje interesa je smješteno u 34T zoni te se kao primjer zapisa može navesti koordinata: 34TBR9702420392 (lokacija katedrale sv. Petra u Đakovo).

34 – broj UTM zone

T – oznaka retka

BR – oznaka četverokuta površine 100km x 100km (B – stupac, R – redak)

[27] MGRS – Military Grid Reference System

97024 – numerička oznaka lokacije u smjeru istoka (E) od zapadne granice četverokuta
20392 – numerička oznaka lokacije u smjeru sjevera (N) od južne granice četverokuta
Apsolutna horizontalna preciznost isprintane MTM topografske karte za mjerilo 1: 50 000 treba biti unutar jednog milimetra, odnosno 50 m u prirodi (MTM DPS v 1.1, 2017).

4.1.3 Nomenklatura

Pojam nomenklature karata se odnosi na sustav označavanja listova topografskih karata (Pahernik, 2012). Položaj i prostorni obuhvat listova se zajedno s nomenklaturom prikazuje na preglednom listu koji je obavezan sastavni dio svake karte. MTM vojne topografske karte se proizvode u serijama. Seriju čini više karata koje imaju određene zajedničke značajke. Zajedničke značajke mogu biti prikaz istog područja, isto mjerilo, iste tehničke specifikacije (metapodaci). Najčešće se iste skupine karata (serije) proizvode kako bi se dobile nacionalne unificirane karte. Svaka serija karata je određena jedinstvenim nazivom i brojem. Seriji se naziv dodjeljuje po najznačajnijem objektu koji skup karata prikazuje. Bitno je napomenuti kako kod nazivlja serija prednost uvijek imaju društveni objekti kao što su urbana središta ili nazivi regija. Prirodne pojave se u pravilu nikada ne koriste u nazivlju. Broj serije se odnosi na jedinstveni alfanumerički zapis koji reprezentira točno određenu seriju karata. Brojevi serija karata definiraju geografsku regiju, mjerilo i područje unutar regije. Pravila koja specificiraju način pridodavanja nazivlja i brojeva serijama karata su sadržana u *STANAGU 7136*.[28] STANAG nije javno dostupan dokument zbog oznake klasifikacije. Primjer broja serije karata je: „*SERIES M709G – CROATIA*“. Iz navedene oznake vidljiv je naziv serije koji se odnosi na Republiku Hrvatsku , isto tako je vidljiva alfanumerička oznaka od pet simbola koja se odnosi na broj serije karata. Prvi simbol „*M*“ je slovna oznaka za pripadnost geografskoj regiji sukladno prethodno navedenom STANAG-u. Drugi simbol „*7*“ se odnosi na mjerilo karte te u ovom slučaju upućuje da se radi o karti 1: 50 000. Treći simbol „0“ se odnosi na jedan dio prostora unutar regije „M“. Četvrti simbol, u ovome slučaju „9“ se koristi ako postoji još jedna slična serija karata koja u svojem brojčanom zapisu sadrži ista prva tri simbola. Peti simbol „*G*“ se odnosi na oznaku sadržaja karte. Većina karata sadrži slovo „*G*“ koje govori da je riječ o „običnoj“ MTM karti. MTM karte još mogu sadržavati slova „*Z*“ u slučaju da se radi o karti na kojoj je dio sadržaja namjerno izostavljen (cenzuriran) ili slovo „*S*“ koje sugerira da se radi o karti koja je prevedena na određeni jezik.

[28] STANAG 7136 - NATO Specifications for Identification of Hard Copy Land Maps, Aeronautical Charts and Image Plans

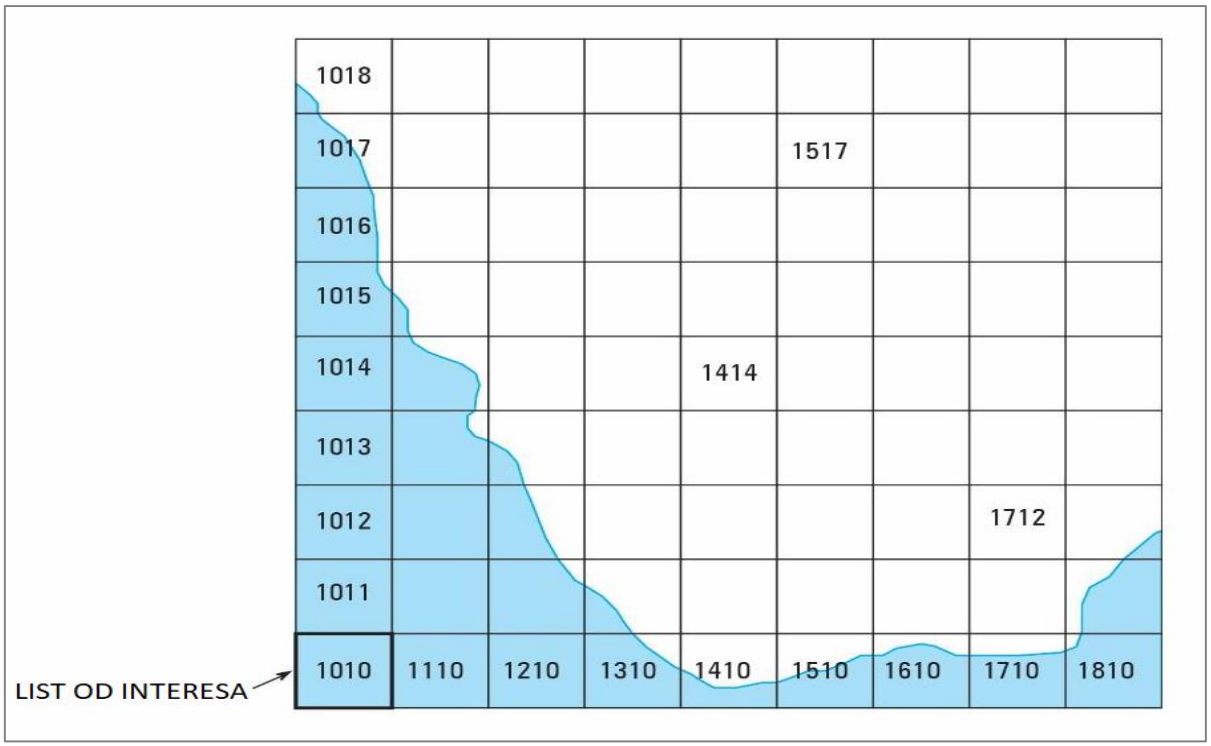
Podjela na geografske regije uvjetovana je listovima MTM karata. Listovi MTM karata obuhvaćaju različite površine u različitim geografskim širinama. Sukladno općim pravilima MTM standarda (*MTM DPS*) površina područja s obzirom na geografsku širinu definirana je na način (tab.2):

Tab.2. Prostorni obuhvat lista MTM s obzirom na geografsku širinu

Geografska širina	Površina prikazanog područja N-S x E-W
0° – 36°	15' x 15'
36° – 44°	15' x 18'
44° – 50°	15' x 20'
50° – 61°	15' x 22' 30"
61° – 67°	15' x 30'
67° – 72°	15' x 36'
72° i više	Dogovorom utvrđeno

Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

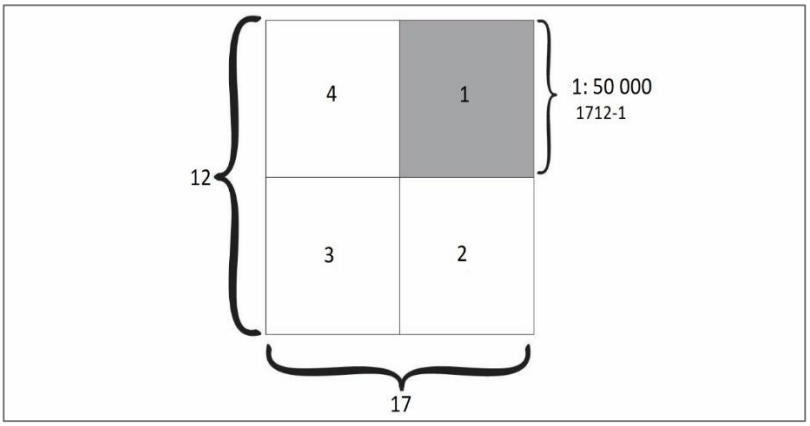
Osim navedenih propisanih prostornih obuhvata prikaza sadržaja s obzirom na geografsku širinu, moguće je koristiti i korisnički definirane prostorne obuhvate. Za potrebe ovog rada definiran je prostorni obuhvat koji je različit od normiranog iz razloga što se nastoji prikazati identično područje koje je sadržano na listu vojne topografske karte proizvedene od strane Vojnogeografskog instituta u Beogradu „*Slavonski Brod 375 – 2*“ u MTM standardu. Umjesto propisanog prostornog obuhvata za geografsku širinu od 44° do 50° koji iznosi 15'N x 20'E, koristiti će se onaj isti obuhvat od 15'N x 15'E. Nazivi listova karata u mjerilo 1: 50 000 se izvode iz naziva karata mjerila 1: 100 000. U mjerilu 1: 100 000 naziv lista karte je određen s četiri znamenke. Prve dvije znamenke se odnose na stupac, a druge dvije na redak u kojem je list smješten u određenoj geografskoj regiji (sl.17).



Sl.17. Primjer pridodavanja brojčane oznake naziva lista MTM karte u mjerilu 1: 100 000

Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

Poznato je da jedan list karte mjerila 1: 100 000 sadrži četiri lista karte mjerila 1: 50 000. Iz toga razloga primjer ispravne oznake lista MTM karte mjerila 1: 50 000 bi bio: „*1010-1*“ ili „*1010-2*“ itd. Važno je napomenuti kako je prvi od četiri lista, onaj koji nosi oznaku „*1*“ sjeveroistočni kvadrant. Numeriranje se nastavlja od njega u smjeru kazaljke na satu (sl.18).



Sl.18. Primjer numeriranja karte 1: 50 000 iz karte 1: 100 000

Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

Za svaki list topografske karte sukladno općim pravilima MTM standarda propisan je način označavanja verzije karte i pridodavanje jedinstvenog NATO kodnog zapisa. Primjer

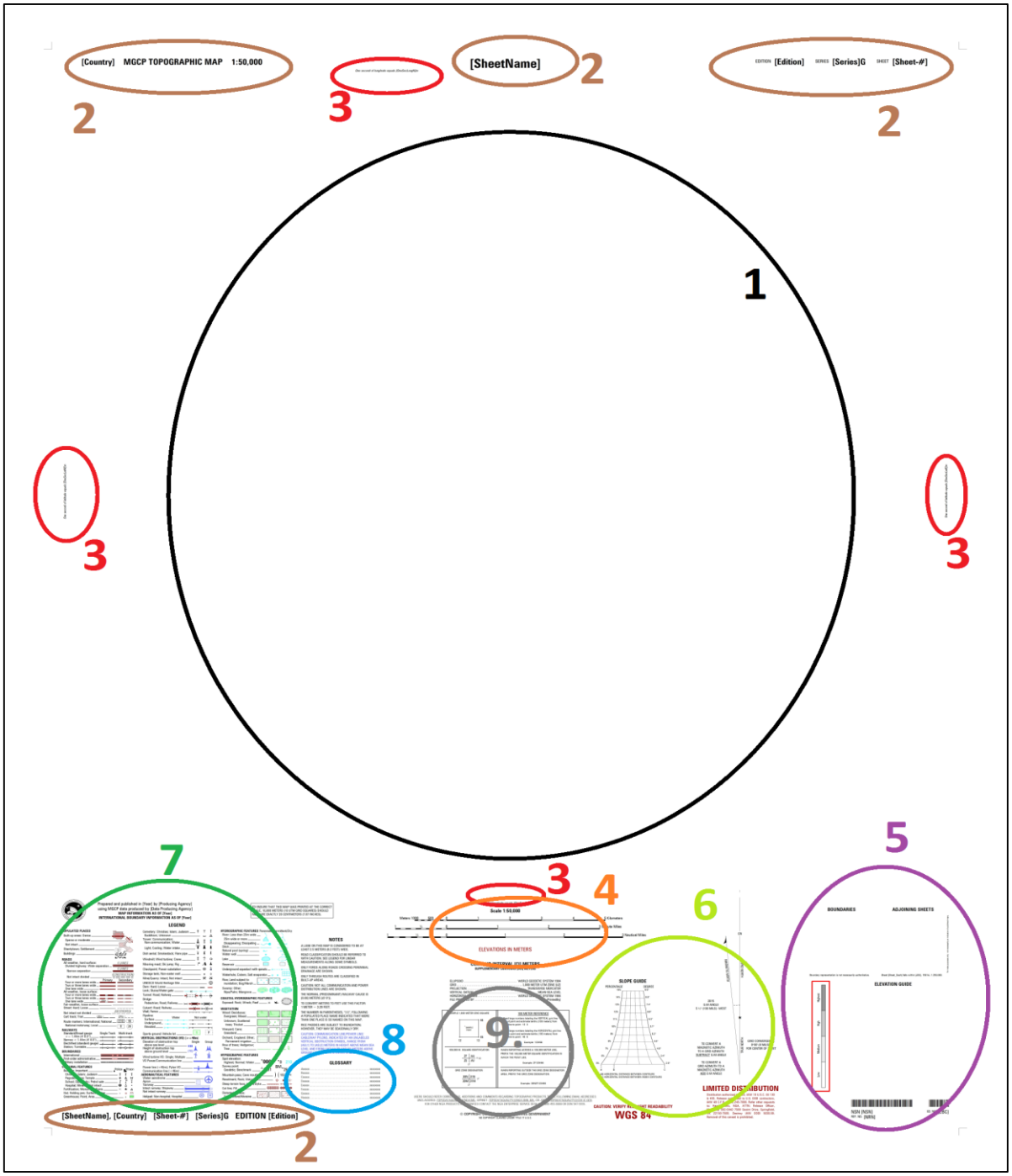
ispravnog zapisa verzije karte je : „*EDITION 1-NGA*“. Broj „*1*“ se odnosi na prvu verziju lista karte dok se NGA odnosi na kartografsko tijelo koje je izdalo list karte. NATO kodni zapis poznat pod nazivom *NSN*[29] je jedinstveni trinaesteroznamenkasti broj koji služi za lakše pretraživanje baze listova unutar obrambenog informacijskog logističkog sustava[30]. Ovaj je broj sadržan na svakom listu karte u korisniku vidljivom numeričkom zapisu i u obliku barkoda.

MTM DPS također propisuje razmjenske formate za topografske karte. Najčešći razmjenski format je *GeoPDF*, osim njega moguće je koristiti *PDF, CADRG* te *ECRG* oblik zapisa.

[29] NSN - National Stock Number
[30] DLIS – Defense Logistics Information Service

4.1.4 Izgled lista MTM topografske karte

List topografske karte se sastoji od okvirnog sadržaja ili prikaza područja od interesa te od van okvirnog sadržaja u kojem su prikazani svi kartografski relevantni elementi (sl.19).



Sl.19. Izgled lista MTM topografske karte

Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

Tab.3. Objašnjenje sadržaja lista MTM topografske karte

Broj	**Opis**
1	Karta s UTM mrežom, zona UTM mreže se automatski izračunava i prikazuje
2	Dinamički tekst koji se učitava iz tablice „TLM_50_Index“ uključuje: naslov, državu, broj revizije lista, podjelu listova
3	Dinamički tekst koji se učitava iz tablice „TLM_50_Index“ uključuje: podatak o tome koliko jedna sekunda predstavlja metara u promatranom području
4	Grafičko i tekstualno mjerilo, ekvidistancija
5	Politička podjela (granice) – lijevo, prikaz susjednih listova – desno, visinski i hidrološki prikaz promatranog područja s prikazanim ključnim vrhovima
6	Magnetska deklinacija, pregled nagiba
7	Kartografski ključ – Tumač znakova, logo kartografske institucije koja je proizvela podatke i kartu, godina podataka i karte
8	Pojmovnik na engleskom i lokalnom jeziku
9	Brzi vodič kako očitati koordinate, podaci o projekciji

Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

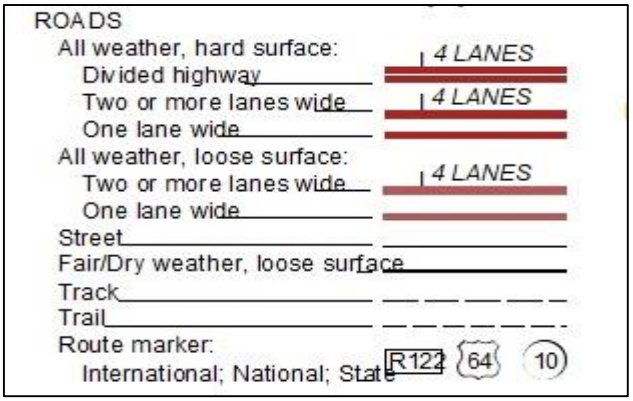
4.2. Kartografika u MTM standardu

Kartografika MTM standarda je sadržana u katalogu svih MGCP objektnih klasa (*MTM DPS PC*). Za svaku od klasa su definirana pravila o dodjeli topografskih znakova što podrazumijeva izgled, veličinu, orijentaciju i boju. U ovoj cjelini je cilj objasniti način na koji se vizualiziraju specifične skupine objektnih klasa iz baze podataka. Skupine objektnih klasa se mogu podijeliti na prometnu infrastrukturu, naselja, hidrografske objekte, hipsografske objekte te na skupinu granica. Granice u MTM strukturi predstavljaju posebnu skupinu jer za njih vrijede posebna pravila kako prilikom digitalizacije entiteta u prvoj fazi tako i kod vizualizacije u drugoj fazi. Međunarodne granice, granice regionalnih i subregionalnih područja nisu dio MGCP baze podataka već se moraju koristiti one granice koje je nadležno geodetsko tijelo određene države priznalo kao službene granice. Razlog ovog postupka je izbjegavanje potencijalnih međunarodnih sukoba zbog uvijek osjetljivog pitanja granica. U Republici Hrvatskoj, službene su granice definirane od strane Državne geodetske uprave.

4.2.1 Vizualizacija specifičnih skupina objektnih klasa

Prva kategorija vizualizacije specifičnih objektnih klasa se odnosi na prometnu infrastrukturu. Vizualizacija iste obuhvaća pravila vezana uz ceste gdje se razlikuju autoceste, primarne, sekundarne i lokalne ceste. Takva podjela cesta po opisu iz tehničkog priručnika (*TRD*) ne odgovara nacionalnoj podjeli u RH. U slučajevima da pojedina država članica ima drugačiju podjelu cestovne mreže, koristi se ona podjela koja je relevantna za područje u kojem se prikupljaju podaci. Razlog tome je definiranje pojedine vrste ceste u priručniku sukladno kojem se cestama pridodaju atributi kategorije prema važnosti unutar područja prikupljanja podataka. Drugim riječima to znači da na jednom listu topografske karte koji obuhvaća isključivo ruralno područje postoji kategorizacija cesta na primarne, sekundarne i lokalne koje su tako kategorizirane zbog svojeg značaja. S druge strane na listu topografske karte koji obuhvaća urbano područje, ceste koje bi prema kriterijima za ruralno područje bile primarne, u ovom slučaju postaju sekundarne, lokalne ili se zbog pravila generalizacije čak i ne vizualiziraju. Osim cesta, pravila vizualizacije se također odnose na željezničku mrežu, vodeni i zračni promet te na svu prometnu infrastrukturu kao što su mostovi, nadvožnjaci, tuneli itd.

Signatura za objektnu klasu ceste određena je njezinom kategorijom. Prilikom digitalizacije entiteta operater odabire atribut (kategoriju) ceste. Za svaku od četiri kategorije ceste postoji propisana signatura. Osim četiri osnovne signature, postoje i dodatne koje se odnose na ostale atribute u bazi podataka za objektnu klasu ceste (sl.20). Primjera radi, nije ista signatura za lokalnu cestu širine 3 m s jednom prometnom trakom i za lokalnu cestu širine 5 m s dvije prometne trake, a obje pripadaju kategoriji lokalne ceste.



Sl.20. Signatura ceste prema MTM standardu

Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

Na slici 21. koja se odnosi na objektnu klasu ceste (*AP030*) prikazan je detaljan opis signature. Navedeni primjer se odnosi na cestu koja je izgrađena od čvrste podloge (asfalt, kamen), kojom se prometuje jednom prometnom trakom u svim vremenskim uvjetima, a ista je zatvorena u zimskom periodu. Na isti način je unutar kartografskog ključa MTM-a prikazan opis za sve ostale objektne klase koje je moguće raspoznati u prostoru i digitalizirati unutar MGCP geoprostorne baze podataka.

Road / intact / not divided / all weather / hard surface / 1 lane / primary (line)

Symbol Placement Instructions: The symbol is applied to the geometry of the feature.

Symbol Type: Compound

Symbol Graphic

Note: The symbol is a combination of two lines. Display Level from bottom to top: Component L00014, Component L00105. No symbol is portrayed if the Vertical Relative Location [LOC] = Below Ground Surface [40].

Component Ref #: L00014 | Component Type: Line - Simple | Color Token: Black
Description: Black 0.5mm Solid Line
Parameters:
Line Weight: 0.5mm

Component Ref #: L00105 | Component Type: Line - Simple | Color Token: Dk-Brown1815
Description: Dk-Brown1815 0.3mm Solid Line
Parameters:
Line Weight: 0.3mm

Symbol Rules

Reference #:	Description:		Criteria:
PS-04367	Road / intact / not divided / all weather / hard surface / 1 lane / primary (line)		Condition of Facility [FUN] = (Fully Functional [6], Unknown [0])
		AND	Road Weather Restriction [WTC] = (All-weather [1], Closed in Winter [5])
		AND	Load-bearing Surface Type [RST] = Hard/Paved [1]
		AND	(Divided [SEP] = (Absent [1000], Unknown [0])
		AND	Median Present [MES] = (Without Median [1000], Unknown [0]))
		AND	Track or Lane Count [LTN] <= 1
		AND	Vertical Relative Location [LOC] = (Above Surface [45], On Surface [44], On Waterbody Bottom [17], Unknown [0])
		AND	Thoroughfare Class [HCT] = (National Motorway [3], Primary Route [1], Unknown [0])

Label Rules

Label Placement Rules (see Annex J): LP-3630, LP-9999

Reference #:	Description:	Criteria:
PL-04367_1	Road / intact / not divided / all weather / hard surface / 1 lane / primary (line) Label String: [Name] Characteristics: 27 27 (Black, Light Condensed, Italic, 6 pt, Upper case)	Road Weather Restriction [WTC] = All-weather [1]
PL-04367_2	Road / intact / not divided / all weather / hard surface / 1 lane / primary / closed in winter (line) Label String: [Name] "CLOSED IN WINTER" Characteristics: 27, 27 27 (Black, Light Condensed, Italic, 6 pt, Upper case)	Road Weather Restriction [WTC] = Closed in Winter [5]

Finishing Rules

Finishing Rules (see Annex J): FD-1510, FD-9999, FL-2176, FL-3630, FL-4027, FL-9987, FL-9989, FR-2175, FS-7030, FS-9998

Sl.21. Detaljan opis signature objektne klase „*cesta*“ (*AP030*)

Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

Iz slike je jasno vidljiva podjela objašnjenja signature na grafički dio i na dio gdje su definirana atributivna pravila, pravila vezana uz ispis naziva na topografskoj karti te završna pravila koja su prikazana uz pomoć kodova. U ovom slučaju cesta je prikazana signaturom

koja se sastoji od dvije vanjske pune crne linije debljine 0,3mm i crvene ispune između njih debljine 0,5mm. Na karti također može biti vizualiziran naziv ove ceste (ako ga je operater naveo prilikom digitalizacije, nije uvjet) koji će biti prikazan crnom bojom, kurzivom i veličina fonta će biti šest točaka.

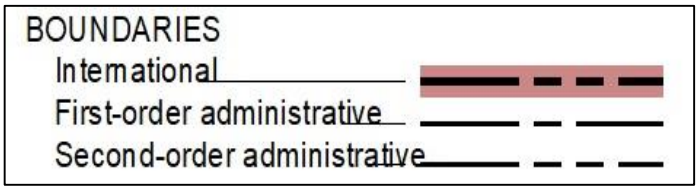
U drugu kategoriju vizualizacije ubrajaju se naselja s pripadajućom infrastrukturom. Za naselja i njihov prostorni obuhvat nisu definirana specifična pravila vizualizacije izuzev onih postojećih. Specifična pravila su definirana za objektne klase koje se nalaze unutar naselja a da su pri tome od posebnog interesa. Takve objektne klase su zgrade (*AL015*) s atributima policijska postaja, poslovi obrane, vatrogasci, obrazovne ustanove svih razina od predškolske do visokog školstva, ustanove za pružanje medicinske pomoći, putnički terminali, crkve i sve ostale objektne klase za koje je operater naveo da su orijentir (*eng. Landmark*) u prostoru. Pravila vizualizacije za upravo ove objektne klase su definirana na način da se one nužno moraju prikazati jer su od značaja za vojnu organizaciju jer se ipak radi o vojnim topografskim kartama. Sve ostale objektne klase (ustanove novčarske domene, trgovine, obrti i sl.) koje je operater prilikom digitalizacije prepoznao i digitalizirao su prisutne u bazi, ali ih nema na karti. Isto tako se nužno moraju vizualizirati sve one objektne klase koje u svojim atributima sadrže kategoriju nadmorske visine, a da je vrijednost navedene veća ili jednaka 46m. Objektne klase koje zadovoljavaju ovaj atribut visine su najčešće zgrade, stupovi dalekovoda, repetitori, silosi itd. Smatra se da je 46m granična visina koja utječe na sigurnost zračnog prometa. Podaci o visini pojedinih entiteta nisu dio MGCP baze već baze objekata viših od 46m[31].

Treća i četvrta kategorija vizualizacije se odnosi na hidrografske i hipsografske objekte. Za njih također nisu propisana specifična pravila osim općenitih. Određeno je jedino da one rijeke koje su šire od 25 m i koje se digitaliziraju kao poligon, unutar signature na topografskoj karti moraju imati označen smjer toka. Što se tiče hipsografskih faktora na svakom listu topografske karte moraju biti obavezno vizualizirane izohipse s podjelom na glavne, osnovne i pomoćne. Na operateru / kartografu je da odluči o stupnju generalizacije prikaza ostalih visinskih točaka, on mora sam odlučiti koje visinske točke smatra prostorno relevantnim. Postupak se provodi unutar ekstenzije „*Defense Mapping*“ uz pomoć alata „*Rapid Graphic*“ o kojem će više riječi biti u idućem poglavlju.

Posebnu kategoriju vizualizacije predstavljaju granice država, regija i ostalih administrativnih cjelina. Vrlo je često slučaj da državnu granicu čini određeni prirodni

[31] Podaci o objektima čija je visina veća od 46 m su sadržani u „*DVOF*“ bazi (*eng. Digital Vertical Obstacle File*)

objekt, rijeka, hrbat planine i sl. Osim prirodnih objekata granica često prolazi i rubom ceste. Zbog ovakvih slučajeva definirana su posebna pravila vizualizacije granica jer je očito da postoji prostorni problem prikaza stanja jer se na istom mjestu nalaze dva ili više objekta koji se ne mogu i ne smiju generalizirati. U slučaju da granicu čini rijeka koja je šira od 25 m, signatura granice se prikazuje unutar signature rijeke. U slučaju da granicu čini cesta, poljski put ili rijeka koja je uža od 25 m, postupa se na način da se vizualizira svaki treći segment signature granice. Takva se signatura primjenjuje na cijelom području preklapanja.



Sl.22. Prikaz signatura granica

Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

Na topografskim se kartama mogu vizualizirati granice teritorijalnih jedinica razine županije ili općine samo ako postoje pouzdani i službeni geoprostorni podaci za iste (sl.22). U određenim područjima svijeta (gospodarski nerazvijenim) gdje ne postoje nadležna državna tijela koja reguliraju pitanje točnosti geoprostornih podataka, u tablici atributa je obavezno naznačiti da je granica prilikom digitalizacije entiteta preuzeta iz neslužbenog izvora. Ovaj atribut će također biti vidljiv na samoj topografskoj karti u van okvirnom sadržaju.

4.2.2 Označavanje geografskog nazivlja

Označavanje geografskog nazivlja (*eng. Labeling*) je od velike važnosti za konačni kartografski proizvod, u ovome djelu posebna će pozornost biti usmjerena na pozicioniranje nazivlja. Prilikom pozicioniranja nazivlja bitno je obratiti pozornost da maksimalna količina objektnih klasa bude označena s odgovarajućim nazivom, a da se pri tome ne dobije „šuma nazivlja“ koja prekriva simbole pojedinih objektnih klasa nužnih za orijentaciju. S pogrešno pozicioniranim geografskim nazivljem se može smanjiti čitljivost karte te uništiti kartografska kvaliteta proizvoda (MTM DPS v.1.1, 2017). Geografsko nazivlje treba biti pozicionirano na način da trenutačno i nepogrešivo identificira objektnu klasu za koju je namijenjeno. U slučaju da postoji mogućnost pozicioniranja nazivlja u područje manje raznolikosti objektnih klasa, samim time i manje gustoće signatura na karti, nazivlje se smješta u takvo područje bez obzira na opća pravila pozicioniranja. U procesu vizualizacije

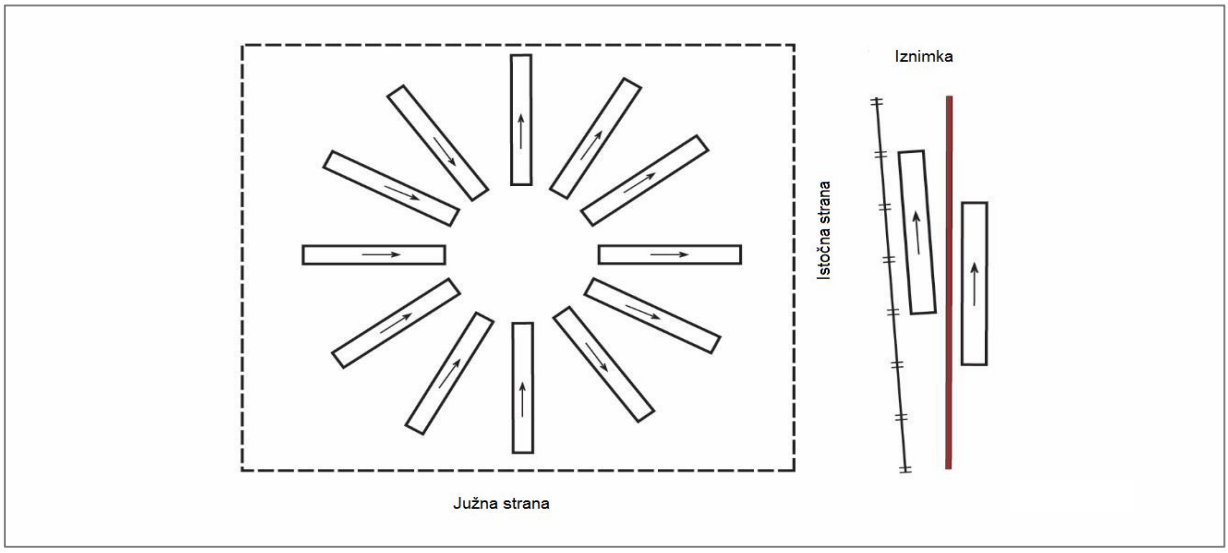
objektnih klasa na topografskoj karti, geografsko nazivlje se automatski učitava iz MGCP baze. Prilikom digitalizacije objektnih klasa, onim klasama koje sadrže atribut naziva operater je dodijelio naziv iz baze „*Geonames*“. U procesu vizualizacije se pokazalo da nazivlje uvijek bude u međusobnom konfliktu. To se odnosi na preklapanje kako djelomično tako i potpuno, dvostruko nazivlje, nepravilno generiranje nazivlja iz baze zbog nepostojanja slova „*č*“, „*ć*“, „*đ*“ i „*dž*“ u engleskom jeziku. S automatski generiranim i pozicioniranim nazivljem operater može upravljati po volji. U slučaju grešaka na finalnom kartografskom proizvodu, a vezanih uz geografsko nazivlje, potpuna krivnja je na operateru.

Osim pozicioniranja nazivlja pozornost je također potrebno usmjeriti na stil i orijentaciju. Što se tiče stila nazivlja, on može biti normalan tekst u jednom redu ili zakrivljeni, s razmakom između slova (*eng. Character Spacing*) ili bez njega. Ako se koristi razmak između slova, a toponim se sastoji od dvije riječi, tada je razmak između riječi tri puta veći od razmaka između slova (sl.23).

Sl.23. Primjer ispravne i pogrešne vizualizacije geografskog nazivlja

Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

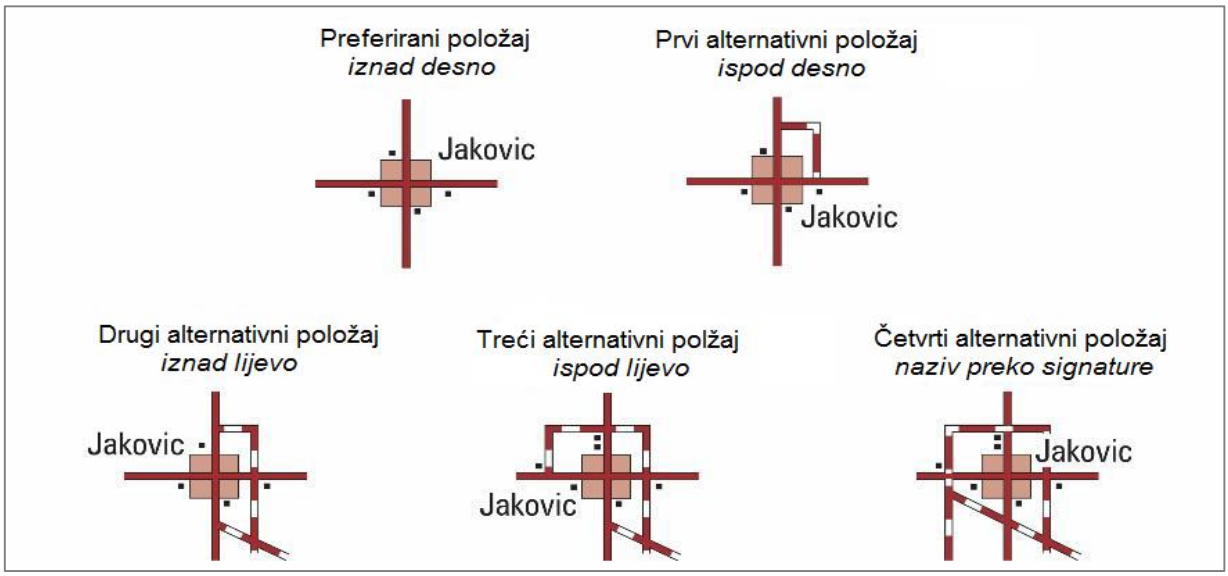
Orijentacija se odnosi na smjer početka čitanja samog naziva (sl.24).



Sl.24. Orijentacija geografskog nazivlja

Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

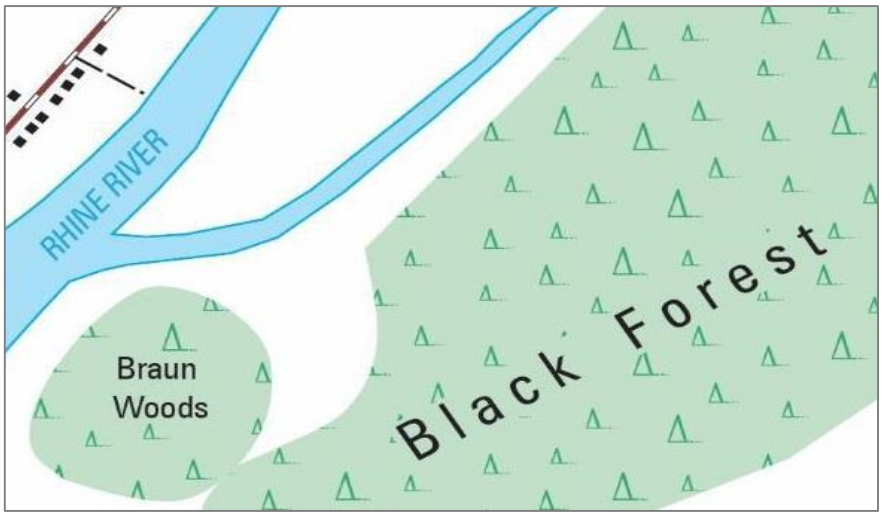
Za pojedine objektne klase postoje predviđena pravila gdje mora biti pozicioniran naziv iste. Za objektnu klasu „*naselje*“ (*AL020*) pravilo je da naziv mora biti sadržan unutar površine signature za naselje. U slučaju manjeg naselja a da naziv ne stane u signaturu, naziv se pozicionira „*gore – desno*“. Ako „*gore – desno*“ nema mjesta za naziv, on se smješta „*dolje – desno*“ (sl.25).



Sl.25. Primjer ispravnog pozicioniranja naziva naselja

Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

U slučaju vizualizacije nazivlja velikih homogenih površina kao što su šume, obradive površine, naselja raštrkanih kuća i sl., nazivlje se vizualizira na način da naziv prekriva cijelu površinu homogenog područja (sl.26).



Sl.26. Ispravno pozicioniran naziv homogene površine

Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

Zbog malih razlika i velike međusobne sličnosti pravila označavanja i pozicioniranja geografskog nazivlja, neće se razmatrati svaka objektna klasa pojedinačno.

4.2.3 Svojstva boja

Sve nijanse boja koje se koriste za vizualizaciju objektnih klasa i dopunskih elemenata kao što su administrativne granice ili izohipse u MTM standardu su unificirane. Boje su određene posebnim tokenom boje, opisom boje, pantone i SPC kodnom vrijednosti, CMYK vrijednostima i podrškom za čitljivost pod crvenim svijetlom i čitljivost pod crvenim i plavo zelenim svijetlom. Bitno je spomenuti kako se za vrijeme izrade topografske karte na zaslonu monitora koristi standardna RGB paleta boja koja se prilikom spremanja finalnog kartografskog proizvoda mijenja u CMYK paletu. Iz toga razloga ispisani kartografski proizvod može izgledati bitno drugačije od onog na zaslonu monitora unutar programa *ArcGis*. Sve korištene nijanse boje u MTM standardu prikazane su na slici 27. Iz slike su vidljive vrijednosti tokena boja i njihov ekvivalent u CMYK, SPC i pantone formatu. Također, označene su one boje koje omogućuju vidljivost pod crvenim i plavozelenim svjetlom.

MTM DPS Portrayal Catalog, Annex C 2017-04-14

Color Token Name	Color Description	Pantone Ink Code	Red-Light	Red & Blue / Green-Light	C	M	Y	K	SPC Ink Code
Black	Black	Process Black U	☑	☑	0	0	0	100	58600
Black-07	Black 7%	Process Black U	☑	☑	0	0	0	7	58600
Black-12	Black 12%	Process Black U	☑	☑	0	0	0	12	58600
Black-21	Black 21%	Process Black U	☑	☑	0	0	0	21	58600
Black-42	Black 42%	Process Black U	☑	☑	0	0	0	42	58600
Black-54	Black 54%	Process Black U	☑	☑	0	0	0	54	58600
Blue072	Blue	Blue 072 U	☑	☑	75	70	1	0	46351
Blue072-12	Blue 12%	Blue 072 U	☑	☑	9	8	0	0	46351
Blue072-42	Blue 42%	Blue 072 U	☑	☑	32	29	0	0	46351
Cyan	Cyan	Process Cyan U	☑	☐	100	0	0	0	48253
Cyan-07	Cyan 7%	Process Cyan U	☑	☐	7	0	0	0	48253
Cyan-31	Cyan 31%	Process Cyan U	☑	☐	31	0	0	0	48253
Dk-Blue662	Dark-Blue	662 U	☐	☑	96	63	0	12	46961
Dk-Blue662-07	Dark-Blue 7%	662 U	☐	☑	7	4	0	1	46961
Dk-Blue662-31	Dark-Blue 31%	662 U	☐	☑	30	20	0	4	46961
Dk-Brown1815	Dark Brown	1815 U	☑	☑	40	100	100	0	61121
Dk-Brown1815-07	Dark-Brown 7%	1815 U	☑	☑	3	7	7	0	61121
Dk-Brown1815-12	Dark-Brown 12%	1815 U	☑	☑	5	12	12	0	61121
Dk-Brown1815-21	Dark-Brown 21%	1815 U	☑	☑	8	21	21	0	61121
Dk-Brown1815-42	Dark-Brown 42%	1815 U	☑	☑	17	42	42	0	61121
Dk-Brown1815-54	Dark-Brown 54%	1815 U	☑	☑	22	54	54	0	61121
Green355	Green	355 U	☐	☑	80	0	80	7	51022
Green355-07	Green 7%	355 U	☐	☑	6	0	6	0	51022
Green355-12	Green 12%	355 U	☐	☑	10	0	10	1	51022
Green355-31	Green 31%	355 U	☐	☑	25	0	25	2	51022
Green355-42	Green 42%	355 U	☐	☑	34	0	34	3	51022
Green362	Green	362 U	☑	☐	76	4	76	0	52813
Green362-07	Green 7%	362 U	☑	☐	5	0	5	0	52813
Green362-12	Green 12%	362 U	☑	☐	9	0	9	0	52813
Green362-31	Green 31%	362 U	☑	☐	24	1	24	0	52813
Green362-42	Green 42%	362 U	☑	☐	32	2	32	0	52813

Sl.27. MTM standard boja

Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

4.3. Strukturiranje izvan okvirnog sadržaja

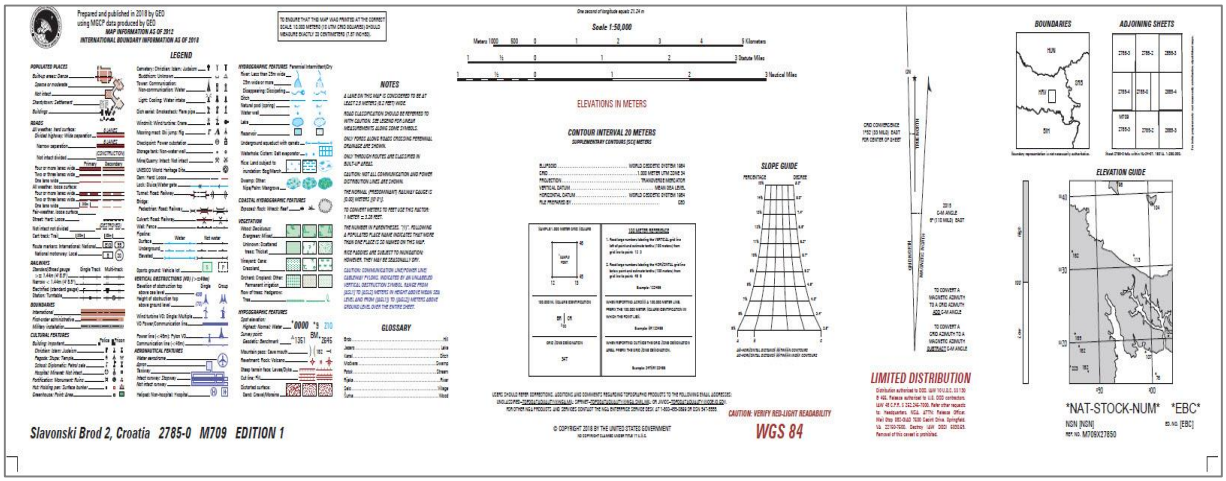
Strukturiranje izvan okvirnog sadržaja definirano je katalogom elemenata izvan okvirnog sadržaja (*MTM DPS AC*). On obuhvaća pravila o sadržaju, strukturi i pozicioniranju matematičkih, redakcijskih, dopunskih elemenata karte. Izvan okvirni sadržaj MTM lista se prikazuje na vrhu i na dnu karte, bočni dijelovi ostaju prazni. Na vrhu karte, sukladno slici 28., se nalazi naziv države na koju se odnosi prikazani prostor te mjerilo karte. U ovome slučaju se radi o karti mjerila 1: 50 000. Pored mjerila se nalazi oznaka geodetskog datuma koji je u slučaju MTM standarda uvijek WGS84. Iza njega dolazi naziv lista topografske karte koji je pozicioniran točno u sredini papira na kojem je printan list. Desno od naziva se obavezno stavlja oznaka klasifikacije. Kako se radi o vojnoj karti, klasifikaciji je pridodan poseban značaj te se njezin stupanj označuje crvenom bojom. Oznake klasifikacije se razlikuju od države do države, također NATO savez ima svoju vrstu klasifikacije koja je jedinstvena i koristi se samo u radu s klasificiranim podacima unutar Saveza. *Zakonom o tajnosti podataka* u Republici Hrvatskoj su definirani stupnjevi klasifikacije : *1. Vrlo tajno, 2. Tajno, 3. Povjerljivo, 4. Ograničeno*. U međunarodnim okvirima, ova klasifikacija odgovara MTM standardu u kojem je propisano: *1. Top Secret, 2. Secret, 3. Confidential, 4. Restrictred*. U slučaju da je sadržaj MTM karte klasificiran kao „*Povjerljivo*“ ili višeg stupanja tajnosti, oznaka klasifikacije se također mora obavezno naznačiti i u donjem desnom dijelu karte. Desno od oznake klasifikacije u gornjem djelu karte se nalaze oznake verzije karte, serije kojoj pripada list i arhivski broj.

Sl.28. Izgled gornjeg djela lista MTM karte

Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

Donjim dijelom van okvirnog sadržaja lista MTM karte dominira veliko kazalo koje je pozicionirano u krajnjem lijevom dijelu papira (sl.29). Kazalo funkcionira na način da su u njemu prikazani simboli s objašnjenima za sve objektne klase zastupljene na karti. Kazalo kao izvor podataka koristi MGCP geoprostornu bazu podataka. Iznad kazala je smješten naziv kartografskog tijela koje je izdalo kartu i logotip istoga ako postoji. Neposredno ispod je smještena informacija o godini stanja kartografskog sadržaja. Godina se odnosi na godinu nastanka satelitskih snimaka na temelju kojih je provedena digitalizacija entiteta, a ne na godinu završetka izrade karte. U središnjem dijelu lista se nalazi grafičko mjerilo, geodetske

informacije o datumu, projekciji i pravokutnoj mreži. Na dnu središnjeg dijela se nalaze podaci o autorskim pravima te tzv. „*korisnički zapis*“ (*eng. User note*). Ovaj zapis je obavezan dio svakog lista topografske karte, njegova je svrha da sadrži informacije za kontaktiranje tijela koje je proizvelo dotični list. Na ovaj kontakt se mogu javiti svi korisnici karte koji su primijetili određene nepravilnosti na karti ili se ne slažu sa sadržajem iste. U donjem desnom dijelu se nalazi graf magnetske deklinacije te graf nagiba zemljišta. Graf nagiba se uvijek prikazuje s podacima u stupnjevima i postocima. Raspon prikazanih vrijednosti se kreće od 5% (2,9°) do 15% (8,5°). Posljednja tri elementa prikazana u van okvirnom sadržaju su grafički prikaz granica u kojem je područje karte smješteno, grafički prikaz susjednih listova te grafički prikaz informacija o nadmorskoj visini. Granice i susjedni listovi se automatski popunjavaju na temelju geografskih koordinata digitaliziranih entiteta iz MGCP baze. Grafički prikaz nadmorskih visina prikuplja podatke iz digitalnog modela reljefa koji nije dio MGCP baze. O načinu korištenja modela reljefa i njegove vizualizacije na topografskoj karti će više riječi biti u sljedećem poglavlju.



Sl.29. Izgled donjeg djela lista MTM karte

Izvor: MTM DPS v 1.1, 2017

5. Kartografska vizualizacija

Proces kartografske vizualizacije je ključan za kvalitetu konačnog proizvod, provodi se uz pomoć specijaliziranog alata *„Rapid graphic“.* To je alat unutar ekstenzije „*Defense Mapping“* čija je osnovna svrha kartografska vizualizacija objektnih klasa geoprostorne baze podataka. Kao takav sadrži skup unaprijed definiranih pravila, o kojima je jednim dijelom već bilo riječi, a čija je glavna funkcija postizanje unificiranih i standardiziranih karata. Drugim riječima, proces provedbe Rapid Graphic-a je međukorak i spona između popunjene geoprostorne baze i ispisane papirnate karte. U ovome poglavlju će pozornost biti usmjerena na tehnički, provedbeni i završni aspekt postupka proizvodnje papirnate vojne topografske karte. Strukturirano je na način da će se prvo opisati sve predradnje koje je nužno provesti prije pokretanja samog procesa, zatim će biti govora o kartografskom uređivanju nazivlja i simbola. Na kraju će se opisati uočeni nedostaci i ideje za poboljšanje samog alata te će se izvesti gotov kartografski proizvod u željenom formatu.

5.1. Priprema ulaznih podataka

Priprema podataka za završni proces u proizvodnji MGCP vojne topografske karte od izuzetnog je značaja. U ovome kontekstu priprema se odnosi na sve one podatke koji su nužni za provedbu procesa Rapid Graphic-a, osim popunjene geoprostorne baze podataka. Ona ostaje kakva je bila nakon završenog procesa digitalizacije entiteta, u procesu Rapid Graphic-a, njezini se entiteti učitavaju u projekt.

U prvom koraku pripreme potrebno je na upravljačkoj ploči operativnog sustava računala promijeniti postavke jezika i regije. Regija i jezik trebaju biti postavljeni na englesko govorno područje, područje SAD-a, Velike Britanije ili Australije. Razlog tome je definiranje točke i zareza kao separatora između numeričkih vrijednosti. Većina skripta koje se koriste unutar Rapid Graphic-a u ArcMap-u kao separator koriste točku. MTM predložak za tekst van okvirnog sadržaja koristi prored 2,5 točke, ako jezične postavke nisu na engleskom govornom području, taj prored u procesu Rapid Graphic-a postaje 25 točaka i uzrokuje potpuno pogrešni prikaz sadržaja. Druga bitna stavka koja se mora podesiti unutar samog operativnog sustava na računalo na kojem se proces provodi je instalacija „*Zürich*“ paketa fontova. Razlog tome je što je van okvirni sadržaj u MTM predlošku predviđen da se prikazuje jedino u navedenom fontu. Treća stavka na koju je potrebno usmjeriti pozornost su nazivi putanja u kojima su spremljeni ulazni podaci. Nazivi direktorija ulaznih podataka ne smiju sadržavati hrvatska slova „*č*“, „*ć*“, „*š*“, „*đ*“ i „*dž*“. Također, nazivi direktorija ne smiju započinjati s numeričkom vrijednosti i ako se naziv direktorija sastoji od dvije riječi,

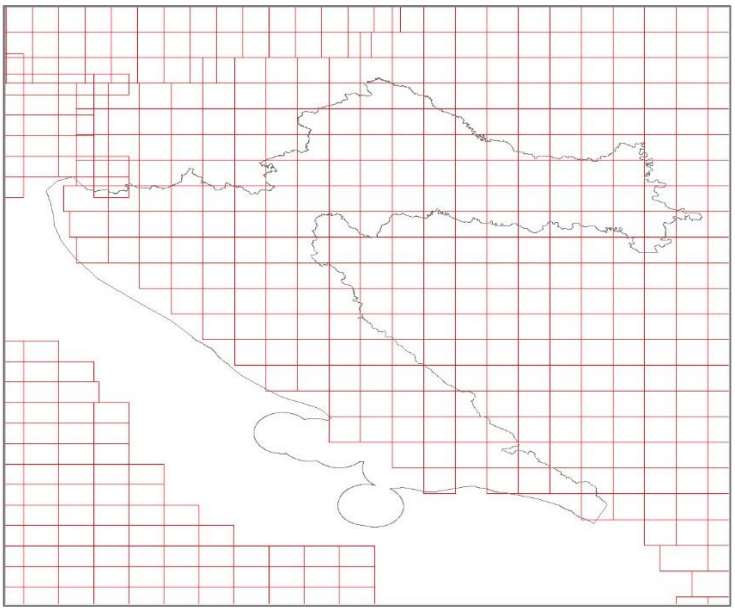
one ne smiju biti razdvojene. Ako se ne zadovolje svi navedeni uvjeti u procesu će se javljati greška.

U drugom koraku pripreme potrebno je provjeriti da li su zadovoljeni svi programski kriteriji za provedbu procesa. Kako bi se proces mogao provesti potrebno je instalirati sljedeće ekstenzije:

- *Defense Mapping*
- *3D Analyst*
- *Spatial Analyst*
- *GAIT* verzija 25 ili novija

Osnovna verzija *ArcGis-a* koja podržava alat *Rapid Graphic* je *10.2.2*, u starijim verzijama on nije podržan. Proces Rapid Graphic-a u slučaju ovog projekta je proveden u verziji *ArcGis-a 10.4.1*.

Nakon što su zadovoljeni svi prethodno navedeni uvjeti iz instalacijske mape Defense Mapping-a se učitava pregledni list MTM 50 u kreirani projekt. Pregledni je list nužan kako bi se dobila informacija o lokaciji pojedinog lista (sl.30). Ova se informacija automatski zapisuje u izvan okvirni sadržaj.

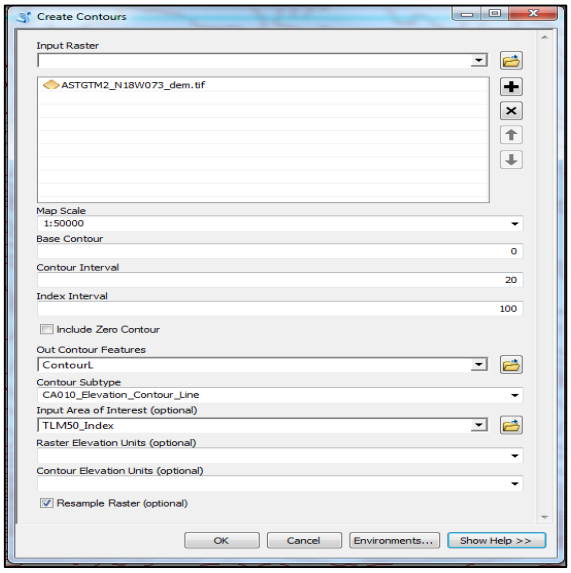


Sl.30. Pregledni list MTM 50

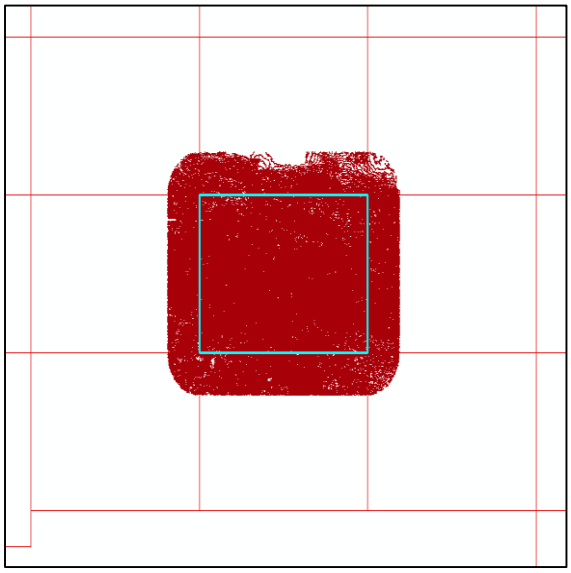
Važan element svake topografske karte su podaci o nadmorskoj visini. Kako bi isti bili vidljivi na karti potrebno je koristiti digitalni model reljefa. Za potrebe ovog projekta koristi

se digitalni model reljefa prostorne rezolucije 15 m. On služi kao osnova za generiranje izohipsa i visinskih točaka.

Izohipse su zakrivljene, zatvorene nepravilne crte koje na karti povezuju mjesta iste nadmorske (apsolutne) visine (Sektor za obuku i školstvo, 1994). Kada se govori o izohipsama svakako je potrebno spomenuti i vrijednost ekvidistancije kao stalno jednakog okomitog razmaka između dviju susjednih osnovnih izohipsa. S obzirom da je u MTM standardu, koji je predmet istraživanja ovog rada, definirano da se karte proizvode za mjerilo 1: 50 000, ekvidistancija iznosi 20 m. Izohipse se kreiraju pomoću alata „*Create Contours*“ iz ekstenzije *„Defense Mapping“*. Prilikom kreiranja istih u izborniku je potrebno podesiti mjerilo za koje se kreiraju, učitati model reljefa i prostorno definirati područje interesa (sl.31). Rezultat procesa izgleda kao na slici 32. Iz iste je vidljivo kako je alat kreirao gustu mrežu izohipsa. Također je vidljivo kako su one kreirane i izvan zadanog područja (5 km u svim smjerovima). Razlog tome je kasnija faza određivanja visinskih točaka u kojoj će biti potrebne izohipse generirane izvan područja interesa.

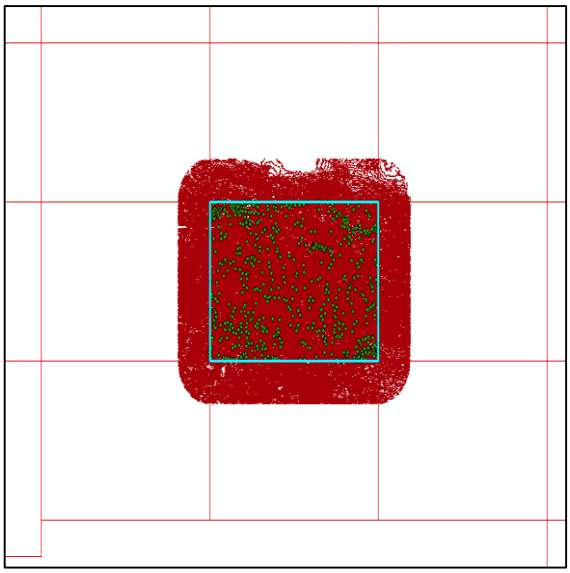


Sl.31. Izbornik za kreiranje izohipsa



Sl.32. Izgled kreiranih izohipsa

Visinske točke se kreiraju pomoću alata „*Create Spot Heights*“ koji se također nalazi unutar ekstenzije *„Defense Mapping“*. Alat funkcionira na principu kreiranja točaka u svim reljefnim udubljenjima i uzvišenjima. To zapravo znači da se kreira veliki broj takvih točaka koji je u kasnijoj fazi pomoću alata „*Supress Spot Heights*“ moguće smanjiti na željenu vrijednost. Ulazni podaci su prethodno kreirane izohipse i digitalni model reljefa. Rezultat nakon redukcije broja točaka izgleda kao na slici 33.



Sl.33. Visinske točke u području interesa

5.2. Kartografsko uređivanje

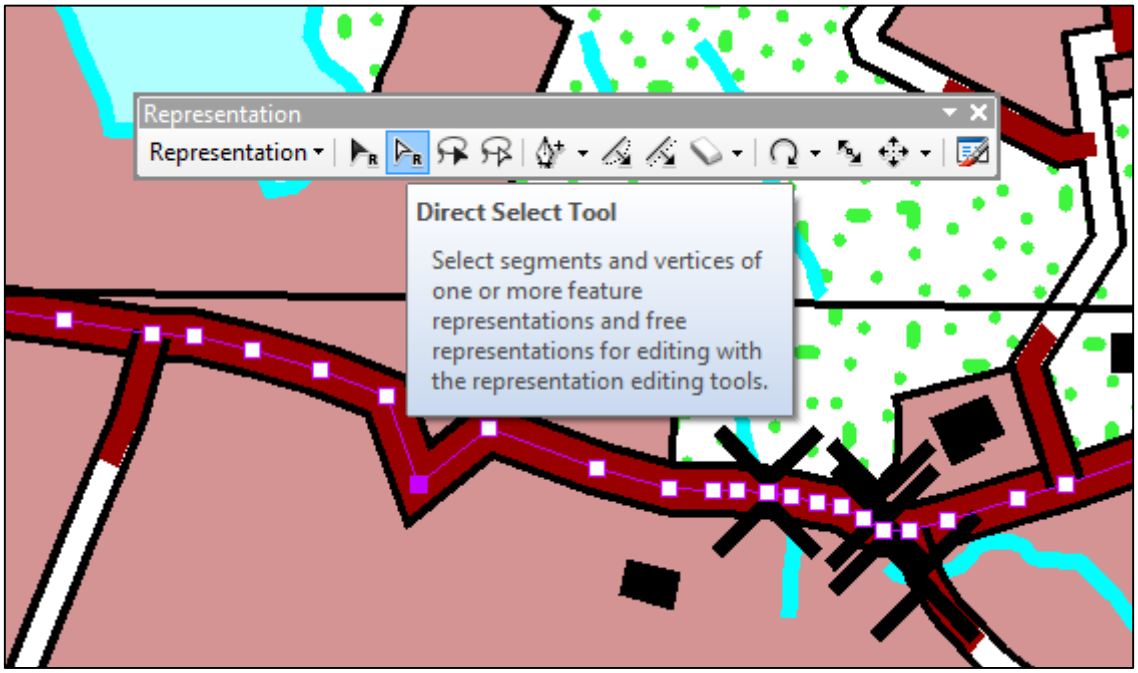
Kartografsko uređivanje započinje učitavanjem baze MGCP topografskog znakovlja[32] u postojeći ili novi projekt. Baza MGCP znakovlja se nalazi u instalacijskom direktoriju Defense Mapping-a. Temeljna značajka ove baze je što sadrži pravila koja određenu objektnu klase iz popunjene MGCP baze povezuju s određenim topografskim znakom u MGCP bazi znakova. Baza se učitava pomoću alata „*Add Representation Fields*“. Kada se učita u projekt, pokretanjem alata „*Rapid Graphic*“ (Sl.34), dobije se proizvod koji je najsličniji konačnom, onom koji će se ispisati za krajnjeg korisnika. Postupak koji slijedi predstavlja izazov za svakog kartografa. Pošto se radi o završnoj fazi izrade vojne topografske karte, potrebno je kartografski detaljno analizirati kartu te ukloniti sve očite i logičke nedostatke. U ovom koraku se prije svega uređuju endonimi i signature, ali posebno pažnju je potrebno usmjeriti na spojeve linijskih objektnih klasa te na razmake između poligonskih i točkastih signatura u odnosu na linijske. Za svaku je signaturu potrebno provjeriti veličinu i orijentaciju.

Prva u nizu kartografskih provjera koja se provodi je kontrola anotacija koja se odnosi na ispravno pozicioniranje iste, ispravan naziv i izbjegavanje repetitivnosti. MTM predložak za topografsku kartu funkcionira na način da su svi tekstualni zapisi okvirnog i van okvirnog sadržaja kreirani u obliku anotacija. Razlog tome je unaprjeđenje performansi samog računala jer nije potrebno svaki put izračunavati lokaciju naziva (*eng. Label*) pojedine

[32] MGCP baza topografskog znakovlja - *MGCP_TRD_4_4_MTM_Visual_Specification.gdb*

objektne klase. Drugi je razlog što se anotacije vrlo lako mogu uređivati što podrazumijeva promjene naziva, brisanje ili dodavanje te pomicanjem miša, promjenu lokacije. Međutim, u slučaju eventualnih promjena za koje postoji potreba prilikom provjere karte, a da se promjene odnose na uređivanje naziva pojedine objektne klase, bitno je novokreirani naziv pretvoriti u anotaciju. Ako se naziv ne pretvori u anotaciju na karti će biti vizualizirana dva naziva (label i anotacija) za istu objektnu klasu.

Druga vrsta kartografske provjere se odnosi na izgled, veličinu i orijentaciju signatura. Ako se nakon provedbe procesa „*Rapid Graphic*“ neke od signatura ne mogu prikazati jer su u konfliktu s drugima koje se nalaze na istom mjestu, takva mjesta su označena jarkom crvenom bojom. Do takvih grešaka dolazi iz razloga što su određeni atributi u jednoj objektnoj klasi u konfliktu s atributima u drugoj. Ova vrsta grešaka se vrlo brzo može riješiti jer se atributi lako promjene u tablici atributa pojedine objektne klase. Uređivanje simbola provodi se pomoću alata „*Representation*“, to je vrsta editora koji među ostalim funkcionalnostima ima mogućnost odabira određenog simbola, dvostrukim klikom na njega pristupa se uređivanju slično kao i u običnom *editoru* u ArcMap-u (sl.34).

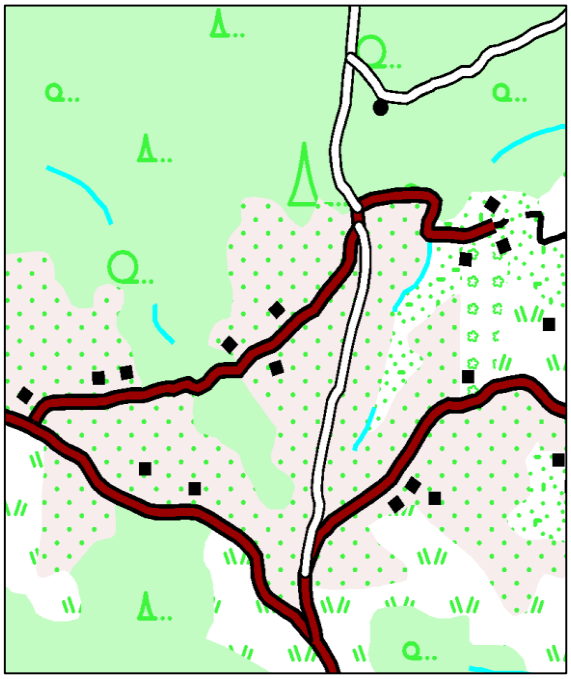


Sl.34. Uređivanje signatura pomoću alata „*Representation*“

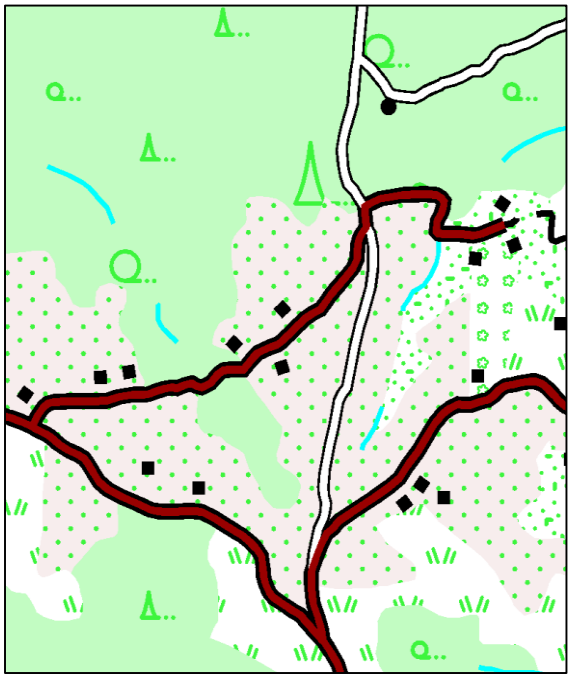
Osim potencijalnih preklapanja anotacija, postoji mogućnost preklapanja signatura. Najčešće se preklapaju signature prometnica i rijeka s objektima koji predstavljaju kuće. Kako bi se izbjegla takva vrsta preklapanja koristi se alat „*Building Offsets*“ koji kreira

razmak između kuća i svih signatura linijskog tipa geometrije. Osim što kreira razmak također i zaokreće signaturu prema najbližoj prometnici.

U procesu Rapid Graphic-a postoji mogućnost pojave neproporcionalnosti signatura, signature pojedinih objektnih klasa su znatno veće ili manje od ostalih. Primjer neproporcionalnosti je uočen u vizualizaciji objektne klase mostova gdje je signatura mosta bila značajno veća od ostalih okolnih signatura. Rješavanju problema pristupa se pomoću alata „*Calculate Bridge Overrides*“ koji funkcionira na način da se signatura mosta prilagođava dimenzijama one objektne klase u čiju svrhu je most izgrađen. Dakle, veličina signature mosta je u zavisnosti s cestom ili željezničkom prugom koja prelazi preko mosta. Kada se govori o prometnicama važno je napomenuti kako alat „*Rapid Graphic*“ automatski pridodaje signature prometnicama sukladno njihovom rangu važnosti, ali ih topološki ne vizualizira na ispravan način. Primjer pogrešne vizualizacije je vidljiv na slici 35 dok se ispravna vizualizacija vidi na slici 36. Ova se greška ispravlja unutar signature za ceste gdje je u nekoliko koraka moguće promijeniti redoslijed vizualizacije.



Sl.35. Primjer pogrešne vizualizacije ceste

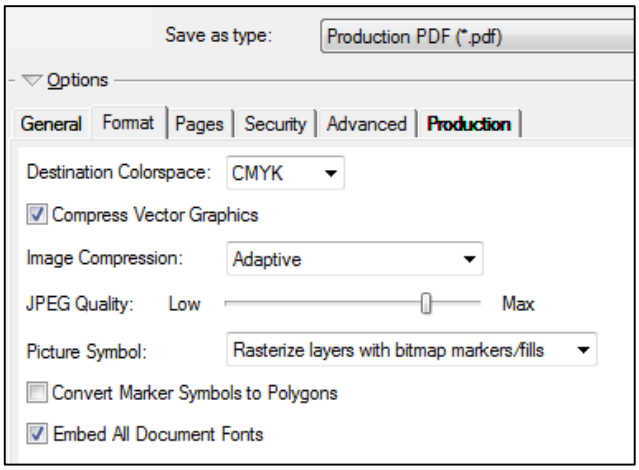


Sl.36. Primjer ispravne vizualizacije ceste

5.3. Izvoz konačnog proizvoda

Izvoz (*eng. Export*) konačnog proizvoda se provodi nakon što je operater/kartograf završio proces provjere kartografske kvalitete. Završni se proizvod može ispisati izravno iz *ArcMap-a*, može se spremiti lokalno na računalo u jednom od željenih formata o kojima je već bilo

riječi te se u konačnici može podijeliti s drugim korisnicima preko različitih Online servisa i Portala. U ovoj cjelini je cilj naglasiti važnost palete boja koja se koristi prilikom izvoza završnog proizvoda. Važno je da model boja koja se koristi za spremanje karte ili ispis bude u „*CMYK*“ formatu zato jer je taj format namijenjen za tisak te daje jasne i prirodne boje na papiru. U osnovnim postavkama *ArcMap-a* te općenito u radu na računalu se koristi „*RGB*“ model boja koji je prirodniji za korisnika na zaslonu monitora, međutim kada bi se kartografski proizvod ispisao u tom modelu, boje bi bile previše „jake“ odnosno agresivne što krajnjeg korisnika može ometati u korištenju karte. Problem ili nedostatak programa koji je uočen prilikom izvoza vojne topografske karte je što se ona u „*CMYK*“ modelu boja može izvesti samo u formatu „*Production PDF*“ (sl.37). U ostalim formatima spremanja kao što je primjerice „jpeg“ jedini podržani model boja je *RGB*. Kartu spremljeno u formatu različitom od „*Production PDF-a*“, moguće je otvoriti u nekom od programa za obradu slikovnih zapisa te promijeniti model boja u „*CMYK*“.



Sl.37. „*CMYK*“ model boja

Uočeno je da su prisutne određene razlike u modelu boja „*CMYK*“ između originalne karte u „*Production PDF-u*“ i editirane karte u modelu boja „*CMYK*“ u „*jpeg*“ formatu.

6. Kartografika

Kartografika kao znakovni sustav na topografskim kartama obuhvaća temeljne geometrijsko – grafičke elemente: točke, linije, poligone, složene kartografske znakove, rastere, boje te pismo (Frangeš, Paj, Tonšetić 2002). O kartografici MTM standarda je već bilo riječi u poglavlju 4. Cilj ovog poglavlja je definirati općenita načela i zahtjeve kartografike te napraviti usporedbu kartografike postojećih i MTM karata. Prije same analize utjecaja i značaja kartografike na izgled topografske karte potrebno je precizirati značenje pojedinih kartografskih termina koji se upotrebljavaju u ovome radu. Termine kao što su „topografski znak“, „signatura“ i „simbol“ potrebno je obrazložiti jer se vrlo često koriste u pogrešnom kontekstu. Prema Lovriću (1988) topografski znak je sredstvo izražavanja kojim se pruža informacija o položaju, svojstvima i brojčanim vrijednostima objekata. Prema istom autoru u topografske znakove se ubrajaju složeni kartografski znakovi čija je namjena prikaz položaja i kvalitete objekata na topografskoj karti. Takva vrsta znakova se naziva signaturama. Iz navedenog se zaključuje da je topografski znak općeniti pojam koji se odnosi na prikaz svih objekata u okvirnom sadržaju topografske karte, dok je značenje pojma signatura definirano prikazom isključivo složenih kartografskih znakova u specifičnim situacijama. Signature nisu vjeran prikaz stvarnog sadržaja u prostoru jer njihova dimenzija na topografskoj karti nadilazi stvarnu veličinu objekata u prostoru s obzirom na mjerilo karte.

Značenje pojma „simbol“ se poistovjećuje s pojmom „topografski znak“. Pojam „simbol“ se vrlo često koristi u suvremenoj kartografici iz razloga što je ona vezana za rad na računalima i za rad u geografskim informacijskim sustavima a samim time i za literaturu na engleskom jeziku u kojem je „simbol“ istoznačnica topografskom znaku[33].

Utjecaj kartografike na konačni izgled karte je od iznimne važnosti. Kvalitetno provedena kartografika čini kartu zanimljivom, funkcionalnom i uporabljivom. Kartografika se mijenjala pod utjecajem vremena, utjecajem napretka geografskih informacijskih sustava te utjecajem namjene karata s obzirom na zahtjeve korisnika. Osobito je značenje potrebno posvetiti kartografici iz razloga što je uz pomoć prosječne računalne i programske opreme moguće proizvesti vlastitu kartu. U takvom, uglavnom, automatiziranom procesu potrebno je kartografsko razumijevanje prostorne stvarnosti.

[33] Literatura na engleskom jeziku – ovom tezom se ne isključuje postojanje literature vezane uz geografske informacijske sustave na hrvatskom jeziku već se tvrdi kako je literatura na engleskom jeziku sveprisutna u obliku knjiga, članaka i uputa gdje se koristi pojam „simbol“ (eng. Symbol).

6.1. Zahtjevi kartografike

Svaka karta predstavlja sredstvo grafičko – vizualne komunikacije između prostorne stvarnosti i korisnika. Temeljna zadaća kartografike je oblikovati kartu na korisniku prihvatljiv i razumljiv način. Sukladno navedenom kartografika mora zadovoljiti specifične zahtjeve. Zahtjevi koji nužno moraju biti zadovoljeni su (Frangeš, Paj, Tonšetić, 2002):

- Čitljivost
- Preglednost
- Točnost
- Zornost
- Estetičnost
- Umnožljivost

Svakome od navedenih zahtjeva je potrebno posvetiti pozornost u procesu izrade karte. Najkvalitetniji kartografski proizvod je rezultat primjene svih spomenutih zahtjeva. U praksi je teško odgovoriti na sve zahtjeve te je iz toga razloga važna namjena kartografskog proizvoda. U kontekstu navedenih zahtjeva bitno je definirati s koje će se udaljenosti karta čitati (zidna ili stolna karta), koliko je raspoloživo vrijeme za čitanje karte (često restriktivni faktor u vojnim aktivnostima), uvjeti vanjskog osvjetljenja (dnevna svijetlost ili specijalni uređaji za noćno čitanje) itd.

Pojam čitljivosti podrazumijeva minimalnu veličinu topografskog znakovlja, veličinu pisma (anotacije), grafičku gustoću prikazanih objekata te sposobnost razlikovanja sličnih topografskih znakova.

Preglednost se odnosi na ukupni vizualni dojam cijelog lista topografske karte. Ona podrazumijeva vizualni doživljaj u trenutku pogleda na samu kartu i količinu informacija koja je momentalno dostupna korisniku.

Preciznim pozicioniranjem topografskog znakovlja i/ili signatura na topografskoj karti zadovoljava se uvjet točnosti. Postiže se na način da je središte topografskog znaka na lokaciji objekta u prostoru.

Uz preglednost je usko povezan pojam zornosti topografske karte. Zornost se postiže uglavnom na dva načina, korištenjem točno propisanih nijansi boja i kartografskom hijerarhijom[34].

[34] Kartografska hijerarhija – prikazani slojevi su poredani po relevantnosti za korisnika (npr. sloj izohipsa je smješten ispod sloja prometnica)

Zahtjev estetičnosti se postiže uporabom boja te njihovim međusobnim odnosom. Pojam se podjednako odnosi na okvirni i izvan okvirni sadržaj. Za vojne potrebe se ovom zahtjevu pridaje najmanje vremena.

Vrlo bitan zahtjev predstavlja umnožavanje karata. Postupak umnožavanja se uvijek promatra kroz financijsku prizmu odnosno trošak umnožavanja karate. Osnovna je ideja izraditi kartu koja će biti točna, zorna, čitljiva i funkcionalna a da u tome procesu njezina reprodukcija bude jeftina. Cijena umnožavanja prije svega ovisi o formatu papira te o korištenom modelu boja (trošak tonera).

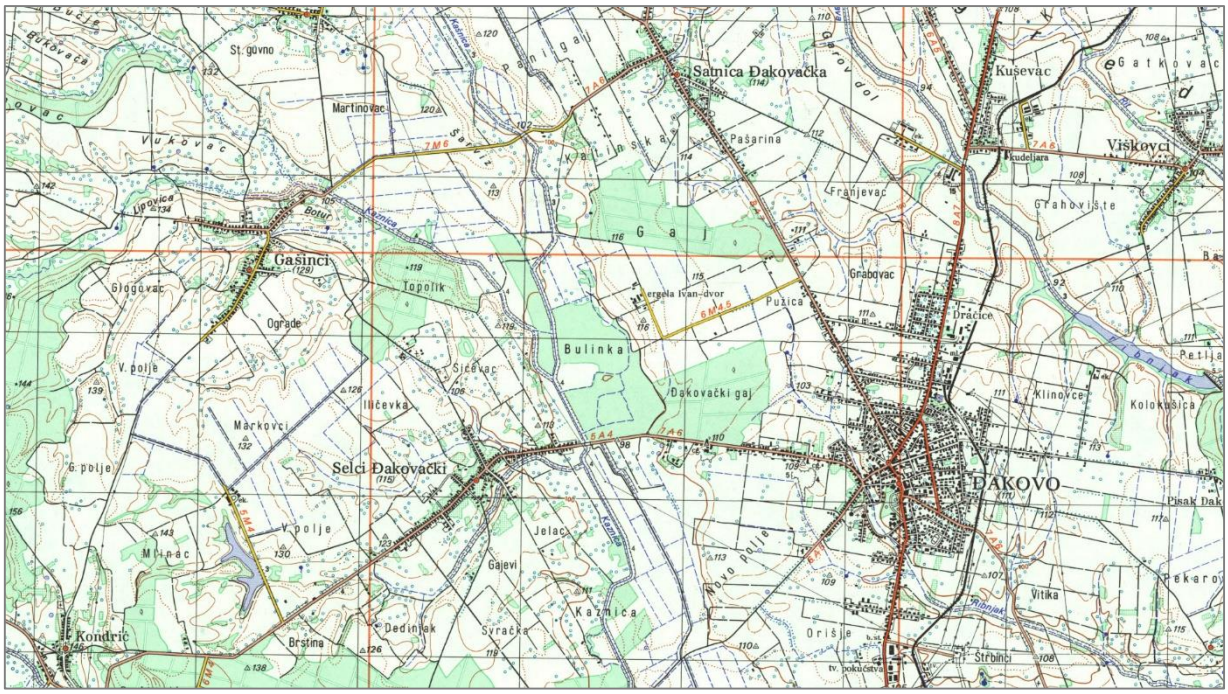
6.2. Kartografika postojećih topografskih karata i karata u MTM standardu

Jednoznačno oblikovanje i geometrijsko definiranje topografskih znakova kao i propisivanje načina pisanja toponima i kratica preduvjeti su za standardnu izradbu i posebice za uspješnu uporabu topografskih karata (MORH, 1993, 5). Značenje i opis topografskih znakova mogu biti sadržani u kartografskom ključu ili na samoj topografskoj karti. Ako se nalaze na karti, riječ je o legendi ili tumaču znakova. Izgled i opis topografskog znakovlja postojećih karata sadržan je u topografskom ključu dok je izgled i opis topografskog znakovlja karata u MTM standardu sadržan u katalogu MGCP objektnih klasa (*MGCP DPS PC*) o kojemu je bilo riječi u poglavlju 4.2.

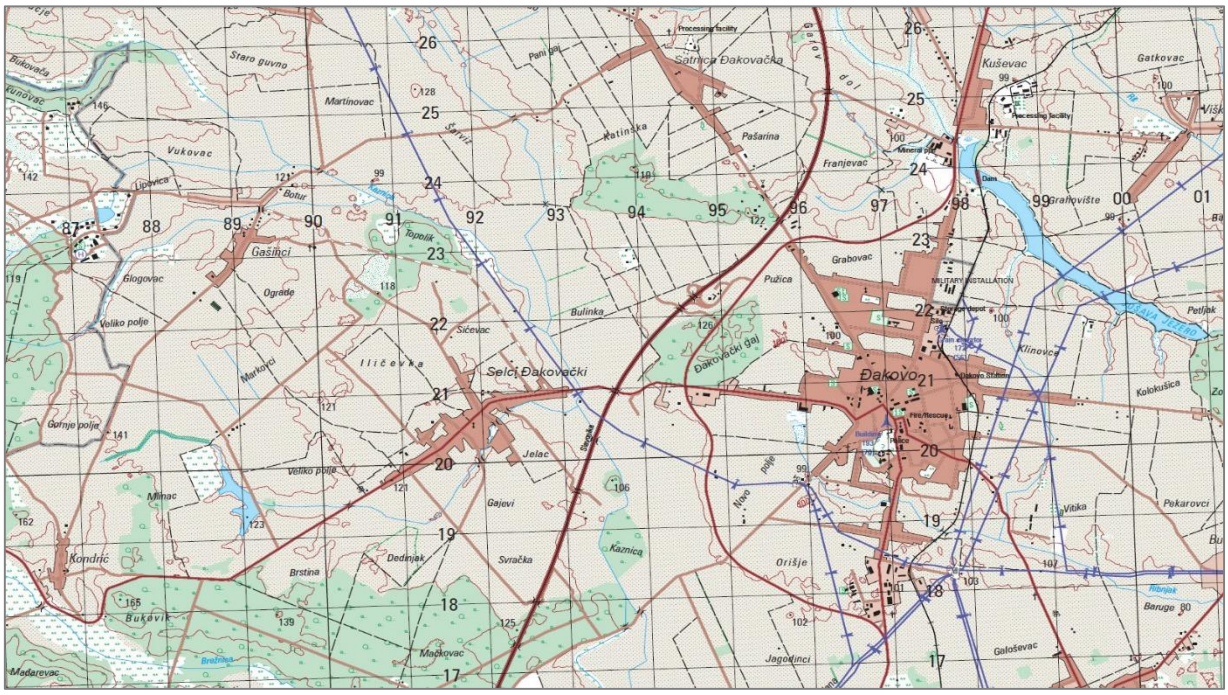
Kartografika postojećih karata bitno se razlikuje od one MTM standarda. Razlike su očite u izgledu, veličini, boji topografskog znakovlja te u pismu korištenom za označavanje toponima. S obzirom da je riječ o razlici od 31. godine[35] u proizvodnji karata, razlike ove vrste su očekivane. „Nova“ kartografika određena je primjenom geografskih informacijskih sustava odnosno uporabom računala za proizvodnju kartografskih proizvoda dok se „stara“ kartografika oslanjala na fotomehaničke kartografske postupke.

Cilj ovog poglavlja je prikaz razlika u kartografskoj vizualizaciji prostora, a nikako usporedba „stare“ i „nove“ kartografike u svrhu izvođenja zaključka o kvaliteti pojedine vrste kartografike. Razlike u kartografskim metodama su zorno prikazane na slikama 38. i 39.

[35] Razlika se odnosi na prikaz stanja u prostoru (MTM 2012. god i „Slavonski Brod 375 -2“ 1981. god.)



Sl.38. Isječak TK Slavonski Brod 375 – 2 (M 1: 50 000)



Sl.39. Isječak MTM karte Slavonski Brod 2 (M 1: 50 000)

Osim promjena u prostoru koje su očite na prvi pogled, ponajprije je vidljiva razlika u tonskim vrijednostima korištenih boja. Važno je istaknuti kako je razlika u korištenim bojama prije svega uvjetovana postizanjem cilja čitljivosti u noćnim uvjetima uporabom

crvenog svijetla[36]. Crveno se svijetlo koristi iz razloga što predstavlja najmanji demaskirajući element u noćnim uvjetima zbog svoje valne duljine. Upravo je ovaj faktor razlog što su na MTM karti sve prometnice i izohipse označene kombinacijom crvene i smeđe boje. Poljoprivredno valorizirane površine su označene bijelom bojom na „staroj“ karti dok je na MTM karti korištena kombinacija sive i smeđe. Primjetno je da su veća naselja prikazana poligonskom vrstom geometrije na karti u MTM standardu, a točkastom samo oni objekti koji su definirani kao „objekti od interesa“ za vojne aktivnosti. Takvim objektima je također vizualiziran naziv na karti (*Đakovo Station, Military Installation i dr.)* Značajna je razlika uočljiva u topografskom znaku za dalekovod koji je na karti MTM standarda označen plavom bojom te su uz njega kao sastavni dio električne mreže također vizualizirani nosivi stupovi. Topografski znak za dalekovod ovime predstavlja iznimku u kartografskoj vizualizaciji s obzirom na određenost plave boje za prikaz hidroloških objekata.

Kao što je već bilo spomenuto u ranijoj fazi ovog rada, postoje određeni elementi koji nisu vizualizirani na kartama u MTM standardu, a isti su bili vizualizirani na „starim“ kartama. To se odnosi na podatke o vrsti šume, visini i debljini stabala, širini i nosivosti mostova. Uzrok tome je metoda prikupljanja podataka koja se bazira isključivo na satelitskim snimkama kao primarnom izvoru. Drugi je razlog što podaci ove vrste nisu predviđeni za unos u MGCP geoprostornu bazu podataka prilikom digitalizacije entiteta.

Iz priloženih kartografskih proizvoda se može zaključiti kako su korištene metode kartografike bile u funkciji krajnjeg korisnika u vremenu kada su se koristile ili se koriste. Obje karte zadovoljavaju zahtjev čitljivosti, preglednosti, točnosti, zornosti i umnožljivosti. Zahtjev estetike se može zasebno promatrati u okviru subjektivne interpretacije korisnika te predstavlja vrstu zahtjeva koji je najčešće u konfliktu sa svim ostalim zahtjevima.

[36] Za čitanje sadržaja topografskih karata u noćnim uvjetima koriste se specijalne svjetiljke koje stvaraju crvenu svjetlost.

7. Zaključak

Proces izrade vojne topografske karte u MTM standardu je dugotrajan i zahtjevan postupak. Predstavlja multidisciplinarno područje koje okuplja stručnjake iz područja geografije, geodezije, informatike, matematike itd. Ispravan pristup procesu se očituje kroz podjelu faza rada na područja odgovornosti između operatera. Drugim riječima to znači da je od posebne važnosti da se geograf bavi geografskim poslom, geodeti geodetskom problematikom, informatičar računalnom i programskom podrškom.

MTM standard je određen brojnim pravilima kroz *Međunarodni program uzajamne geoprostorne suradnje*. U cijelom procesu izrade vojnih topografskih karata postoje dvije osnovne faze i dva osnovna skupa pravila. Prva faza procesa je digitalizacija entiteta na osnovu rasterske podloge. U ovoj fazi cilj je proizvesti digitalnu vektorsku geoprostornu bazu podataka. Prva faza završava geometrijskom i logičkom provjerom ispravnosti digitaliziranih entiteta pomoću specijaliziranog programa *GAIT*. Skup precizno određenih pravila koji se odnosi na prvu fazu je detaljno opisan u tehničkom priručniku za ekstrakciju vektorskih podataka (*TRD*). Druga faza procesa se odnosi na kartografsku vizualizaciju vektorske baze podataka, entiteti u vektorskom obliku sadržani u bazi postaju signature na predlošku MTM lista vojne topografske karte. O kartografskoj vizualizaciji, odnosno prosudbi kartografa, ovisi kvaliteta završnog proizvoda. Cijela druga faza procesa se provodi uz pomoć alata „*Rapid Graphic*“ koja predstavlja poveznicu između geoprostorne baze podataka i MTM lista vojne topografske karte. Pravila vizualizacije su sadržana i detaljno opisana u općim pravilima MTM standarda (*MTM DPS*).

Referirano na polazne hipoteze iz uvodnog djela ovog rada, može se zaključiti da nije točno da su postojeće vojne topografske karte proizvedene u SFRJ nepouzdane za uporabu. Kako je vidljivo u ovome radu, ovakve „stare“ karte su od izuzetnog značaja kao sekundarni izvor podataka za MTM karte. Glavni problem karata proizvedenih u Vojnogeografskom institutu u Beogradu je što se prostor u 30 godina (razlika stanja u prostoru na satelitskim snimkama iz 2011.g i TK sa stanjem iz 1981) značajno promijenio. Promjena se u prvom redu odnosi na društvenu osnovu dok se prirodna osnova znatno manje promijenila. U određenim aspektima „stare“ karte pružaju korisniku više informacija od MTM karata. To se odnosi na šumska prostranstva gdje je prisutna oznaka za prosječnu visinu i debljinu stabala. Također, slične oznake se koriste za mostove gdje postoji oznaka nosivosti svakog mosta. Takve oznake nisu prisutne na MTM kartama, također u procesu ekstrakcije vektorskih podataka u tablici atributa u predlošku za šume i mostove nema predviđenih polja za unos navedenih vrijednosti. To predstavlja nedostatak iz razloga što mogućnost ili nemogućnost prelaska

određenog mosta može bitno utjecati na element borbene moći „*Pokretljivost*“, a samim time i na ishod vojne operacije. Slično se odnosi na šumska područja gdje je teško planirati vojnu aktivnost ako ne postoje relevantni podaci za visinu i debljinu stabala.

Druga hipoteza se odnosila na standardizaciju u procesu izrade MTM karata za područje cijelog svijeta. Nedvojbeno je da u unificiranosti topografskih karata nema ničeg lošeg, čak naprotiv, na ovaj se način izbjegava konfuzija u korištenju različitih geografskih projekcija i geodetskih datuma. Standardizacija procesa rezultira kvalitetnijom interoperabilnošću u zajedničkom međunarodnom vojnom okruženju.

Treća hipoteza uključila je pitanje potrebe za terenskim radom prilikom izrade MTM karte. Za MTM standard u načelu terenski rad nije potreban i nije predviđen kao takav, ali s ciljem izrade kvalitetnog kartografskog prikaza je poželjan. Terenski se rad očituje u provjeri prostorne stvarnosti, odnosi se na objekte koji su vidljivi na primarnom ili sekundarnom izvoru ali se za iste ne može pouzdano utvrditi što predstavljaju. Također se odnosi na izvore i ponore tekućica koje je izuzetno teško prepoznati samo na osnovu satelitskih snimaka. Za potrebe ovog rada obavljeno je terensko istraživanje s ciljem potvrde prisutnosti dalekovoda. Iz primarnog se izvora sa sigurnošću nije mogla utvrditi prisutnost istih, a postojeće topografske karte nisu bile od koristi zato jer se električna infrastruktura značajno promijenila.

U procesu izrade vojne topografske karte u MTM standardu značajnu ulogu predstavljaju stručne kompetencije geografa. Značaj geografa osobito dolazi do izražaja u procesu kartografske generalizacije gdje je potrebno razumijevanje sadržaja prostora i procesa koji se u njemu odvijaju. Uloga geografa je time veća što je činjenično da o uspješnosti generalizacije sadržaja ovisi ukupna kvaliteta kartografskog proizvoda.

U šestom je poglavlju zaključeno da se kartografika vojnih topografskih karata proizvedenih u bivšoj državi uvelike razlikuje od one u MTM standardu. S obzirom na istraživački problem definiran petom hipotezom, a koja se odnosi na količinu informacija dostupnih korisniku iz topografske karte, može se zaključiti da je „stara“ karta pružala više informacija o vojno relevantnim prostornim objektima. Takav je zaključak izveden na osnovu nepostojanja podataka o ograničenjima kretanja preko mostova i podataka o vegetaciji na kartama MTM standarda. Ovaj nedostatak MTM karte poslužit će kao osnova za prijedlog dopune atributa spomenutih objektnih klasa na konferenciji Tehničke grupe zemalja članica Programa.

Posljednjom hipotezom problematiziralo se pitanje ljudskih, vremenskih i materijalnih resursa. Proces izrade karte željenog područja u MTM standardu od trenutka upućivanja

zahtjeva do ispisane fizičke karte u rukama korisnika traje od tri do četiri sata. To je vrijeme potrebno kako bi se odgovorilo na zahtjeve točnosti, zornosti, preglednosti. Uvjet estetike se ne može zadovoljiti unutar spomenutog vremenskog okvira jer on podrazumijeva proces koji može trajati više tjedana. Jedini je uvjet postojanje popunjene MGCP baze podataka za predmetno područje.

Bitno je naglasiti kako je pristupanjem RH u MGCP stečena izuzetna sposobnost izrade vlastitih vojnih topografskih karata koje su unificirane unutar NATO saveza, a koja do 2013. godine nije postojala. U procesu izrade na međunarodnoj razini je završena inicijalna faza u kojoj je bilo nesporazuma i nerazumijevanja među članicama. Proces se neprekidno razvija i nadopunjava novim idejama u cilju veće kvalitete završnog proizvoda, a RH u njemu ravnopravno sudjeluje.

Ovaj završni rad rezultirao je proizvodom primjenjivim u praksi, MTM vojnom topografskom kartom u mjerilu 1: 50 000. Osim fizičke karte, proizvod ovog rada je također digitalna geoprostorna baza podataka koja sadrži sve digitalizirane entitete područja interesa.

Popis literature

1. Blaschke, T., Lang, S., 2010: *Analiza krajolika pomoću GIS-a,* ITD Gaudeamus d.0.0, Požega
2. DGU (2014): *Topografsko informacijski sustav Republike hrvatske,* Državna geodetska uprava, Zagreb
3. Đugum, J., Medved, Z., 1995: *Vojna topografija*, skripta, Hrvatsko vojno učilište „Petar Zrinski“, Zagreb
4. Frangeš, S., Paj, R., Tonšetić, A., 2002: Nova kartografika topografskih karata, *Kartografija i geoinformacije* (1), 23-31
5. Horvat, S., Lapaine, M., Železnjak, Ž., 2003: Vojni topografsko-kartografski sustav Republike Hrvatske, *Kartografija i geoinformacije* (1), 75-85
6. ISO, 2007: *ISO 19131 Geographic information - Data product specifications*, International Organization for Standardization, Ženeva
7. ISO, 2012: *ISO 19117 Geographic information – Portrayal*, International Organization for Standardization, Ženeva
8. MORH, 1993: *Topografsko znakovlje*, Ministarstvo obrane Republike Hrvatske, Zagreb
9. MORH, 2004: *Prikazivanje reljefa izohipsama na topografskim kartama*, Ministarstvo obrane Republike Hrvtaske, Zagreb
10. NATO, 2001: *STANAG 2211 Geodetic Datums, Projections, Grids and Grids References*, , Military Agency for Standardization, Bruxeless
11. NATO, 2010: *STANAG 7136 NATO Specifications for Identification of Hard Copy Land Maps, Aeronautical Charts and Image Plans*,, Military Agency for Standardization, Bruxeless
12. NGA, 2016: *TRD v4.4 2016-12-09*, National Geospatial-Intelligence Agency, St. Louis
13. NGA, 2017: *Data Product Specification (DPS) 1,50 000 and 1,100 000 Scale MGCP Topographic Map (MTM)*, National Geospatial-Intelligence Agency, St. Louis
14. NGA, 2017: *GAIT*, Institute for Defense Analyses, Alexandria
15. Vlada RH, 2004: Odluka o utvrđivanju službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija Republike Hrvatske, *Narodne novine* 110
16. Pahernik, M., 2006: *Programski paket ArcView GIS – osnove vojne primjene*, MORH, Zagreb
17. Pahernik, M., 2006: *Uvod u geografsko informacijske sustave*, MORH, Zagreb

18. Pahernik, M., 2012: *Vojna topografia I topografski objekti zemljišta*, MORH, Zagreb
19. Pahernik, M., 2012: *Vojna topografia II orijentacija i topografske karte*, MORH, Zagreb
20. Železnjak, D., Železnjak, Ž., 2014: Multinacionalni program zajedničke geoprostorne proizvodnje, *Ekscentar* 17 (1), 101–103

Popis izvora

1. Baza geografskog nazivlja, GeoNames, http://www.geonames.org/ (21.05.2018)
2. Erdas Imagine Photogrametry, Hexagon Geospatial, https://www.hexagongeospatial.com/resources/resource-library/webcasts/2016/uav-image-import-and-processing-in-erdas-imagine-photogrammetry (02.07.2018.)
3. Defence Geospatial Information Working Group, https://www.dgiwg.org/dgiwg/htm/documents/historical_documents.htm (02.07.2018.)
4. Državna geodetska uprava, CROTIS, https://dgu.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/Pristup%20informacijama/Zakoni%20i%20ostali%20propisi/Specifikacije/CROTIS_v_2_0.pdf (27.07.2018）
5. ISO standard 19131, International Organization for Standardization https://www.iso.org/search.html?q=iso%2019131 (24.05.2018.)
6. ISO standard 19117, International Organization for Standardization, https://www.iso.org/search.html?q=iso%2019117&hPP=10&idx=all_en&p=0 (24.05.2018.)
7. Registar geografskih imena, Državna geodetska uprava, https://dgu.gov.hr/registar-geografskih-imena/173 (26.05.2018.)
8. Satellite Imaging Corporation, https://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/ikonos/ (02.06.2018)

Popis grafičkih priloga

Popis tablica